SISTEMAS Y AMBIENTES EDUCATIVOS

EXPERIENCIAS EDUCATIVAS EN LA COVIDIANIDAD

Editores:

Daniel Mocencahua Mora
Josefina Guerrero García
Juan Manuel González Calleros
Eugenia Erica Vera Cervantes
Yadira Navarro Rangel

ua JOURNALS

ISBN: 978-84-125164-0-1

13.21 MB

Experiencias educativas en la covidianidad

Sistemas y Ambientes Educativos
Experiencias educativas en la covidianidad

Daniel Mocencahua Mora

Josefina Guerrero García

Juan Manuel González Calleros

Eugenia Erica Vera Cervantes

Yadira Navarro Rangel

United Academic Journals (UA Journals)

2021

Diciembre 2021

ISBN UA Journals: 978-84-125164-0-1

Huelva, España

DR© United Academic Journals (UA Journals)

Research and development of new technology

United Academic Journals (UA Journals)

Digital (suministrado electrónicamente)

www.uajournals.com

Proceso Editorial

El proceso de selección de contribuciones en esta obra pasó por un proceso de revisión doble ciego.

Los jueces que fungieron en este proceso están enlistados en la sección de revisores.

La tasa de aceptación de trabajos es del 85% con un total de 17 trabajos publicados. Apoyado por la plataforma web easychair en un proceso doble ciego. Después del proceso de selección, se evaluaron nuevamente los trabajos para certificar que cumplían con las correcciones derivadas de las observaciones de la primera ronda de evaluaciones.

El cuidado editorial de esta obra es responsabilidad de los integrantes del cuerpo académico en Sistemas y Ambientes Educativos: Dr. Daniel Mocencahua Mora, Dra. Josefina Guerrero García, Dr. Juan Manuel González Calleros, Dra. Eugenia Erica Vera Cervantes y Dra. Yadira Navarro Rangel.

Sistemas y Ambientes Educativos
Experiencias educativas la covidianidad

Revisores

Agustín Lagunes Domínguez
Alejandra Santiesteban Reyes
Alfredo García Suárez
Andrés Saúl De La Serna Tuya
Beatriz Beltrán Martínez
Caroleny Eloiza Villalba Hernández
Cesar Alberto Collazos Ordóñez
Claudia Blanca González Calleros
Daniel Mocencahua Mora
Erika Annabel Martínez-Mirón
Eugenia Erica Vera Cervantes
Giovanni Chávez Melo
Guillermina Sánchez Román
Joel Angulo Armenta
José Rafael Rojano Cáceres
Juan Manuel González Calleros
Libia Adriana León Izurieta
Liliana Rodríguez-Vizzuett
María Andrea Vázquez Ahumada
María de los Milagros Cruz Ramos
Mario Rossainz López
Martín Santiago Domínguez González
Patricia Paderewski
Rosa Isela Sandoval Cruz
Yadira Navarro Rangel

INTRODUCCIÓN

La covidianidad es un neologismo construido por acronimia a partir de los términos COVID-19 y cotidianidad, y alude a los cambios en la vida cotidiana impuestos por la pandemia del COVID-19, según se lee en un post en el Facebook de la Academia Mexicana de la Lengua.

Muchos de esos cambios se dieron en la escuela, y muchos lo vivimos durante todo este tiempo: prendimos las cámaras y aplicamos lo que en teoría ya sabíamos de tecnología y educación.

Pero también investigación. En este libro se recogen experiencias en investigación y aplicación de nuevas y viejas tecnologías, de sentimientos y percepciones, de propuestas de mejora para los días que vienen.

La covidianidad implica tener claro un ambiente de experiencias inmersas en una pandemia que esperemos pronto termine, y con esa claridad actuar, como se aprecia en los trabajos que ahora presentamos.

Daniel Mocencahua Mora

ÍNDICE

No.	Título	Autor(es)	Págs.
SECCIÓN 1 Herramientas TIC para apoyar el aprendizaje			
1	Uso de Aula Invertida en la Educación Virtual en Ingeniería: diseño, aplicación y análisis de resultados	Felipe J. Torres, Mónica Trejo	10-23
2	Un nuevo diseño para un nuevo escenario	Rosanna Costaguta	24-38
3	Comparación de tres métricas de lecturabilidad para inglés como idioma extranjero	Adelina Escobar Acevedo, Josefina Guerrero García	39-51
4	Sistema Educativo Multimedia para el desarrollo de habilidades cognitivas para la solución de un sistema de ecuaciones de dos variables	Eugenia E. Vera Cervantes, Rosa I. Flores Ramos, Josefina Guerrero García	52-73
SECCIÓN 2 Recursos e investigación educativa			
5	Análisis del "buen profesor" de ingeniería mecánica desde la opinión de los alumnos a través de la evaluación racional	Ricardo Báez Guzmán, Silvia Elena Amador Pérez	75-91
6	Simuladores en educación superior: una alternativa ante la contingencia sanitaria por Covid-19	Caroleny E. Villalba H., Daniel Mocencahua-Mora, Luis A. Sánchez G	93-104
7	El aprendizaje de la Cultura Científica en ambientes educativos artísticos: una revisión sistemática.	Thelma Eloisa López Villa	105-120
8	Factores que influyen en la adopción de Repositorios de Recursos Educativos Abiertos por parte de los docentes.	Ruth García-Solano, Juan Manuel González Calleros, Iván Olmos-Pineda	121-138
9	El aprendizaje de la Cultura Científica en ambientes educativos artísticos: una revisión sistemática.	Alejandra Santiesteban Reyes, Daniel Mocencahua-Mora, Ricardo Cartas Figueroa	139-162
10	Expectativas sobre el taller Escribir para divulgar: un ejercicio de análisis de texto.	Daniel Mocencahua-Mora	163-177
11	Uso de Sistemas Hipermedia Adaptativos en el proceso de aprendizaje. Un estudio preliminar.	Jose Areli Carrera, Josefina Guerrero García, E. Erica. Vera Cervantes	178-191

12	Modelos tecnopedagógicos con bases metacognitivas: una revisión sistemática	Libia A. León-Izurieta, Daniel Mocencahua-Mora, Alfonso Cano-Robles	192-211
13	Entorno Virtual de Aprendizaje y Competencias Matemáticas: Una revisión sistemática	Francisco Javier López-Hernández, Yadira Navarro-Rangel, Daniel Mocencahua-Mora	212-227
SECCIÓN 3 Recursos educativos digitales			
14	Aplicación para casos clínicos de bioquímica dirigida a apoyar el aprendizaje de alumnos del área de la salud	Marcos Rodríguez Gutiérrez, Claudia Zepeda Cortés, Hilda Castillo Zacatelco, José Luis Carballido Carranza, Victoriano Mendieta Carmona, Ericka Barrientos Zavalza	229-243
SECCIÓN 4 Diseño y prototipo de aplicaciones TIC			
15	Recurso didáctico móvil de realidad aumentada para el aprendizaje del riñón humano	Marco Alberto Mendoza Perez, Cristina Juárez Landin, Juan Manuel Sánchez Soto, Maribel Hernández Arroyo	244-257
SECCIÓN 5 Formas de evaluación del aprendizaje			
16	El enfoque UFE como alternativa a la evaluación de programas de movilidad internacional	Vivian del C. Cuevas Caballero, Josefina Guerrero García, Ricardo Villegas Tovar	259-274
17	La evaluación asistida por tecnología en educación superior: Herramientas y posibilidades.	Julián Gerardo Torres Kauffman, Ivan Olmos Pineda, Juan Manuel González Calleros	275-292

SECCIÓN 1
Herramientas TIC para apoyar el aprendizaje

Uso de Aula Invertida en la Educación Virtual en Ingeniería: diseño, aplicación y análisis de resultados

Felipe J. Torres[1] y Mónica Trejo[2]
[1] Dpto. de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca,
[2] Dpto. de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca
Universidad de Guanajuato,
Salamanca, Guanajuato, México, C.P. 36885
[1]fdj.torres@uto.mx, [2]mtrejo@ugto.mx

Resumen. Este artículo presenta el diseño y análisis de los resultados de la implementación de la estrategia de aula invertida para la educación virtual con actividades asíncronas y síncronas de cursos de Ingeniería en comparación con los resultados obtenidos de manera presencial. A través de una plataforma de gestión del aprendizaje se han diseñado los cursos de Cálculo Vectorial y Multivariable, Sistemas de Control y Circuitos Hidráulicos y Neumáticos para dar continuidad al aprendizaje de los estudiantes de los programas de Ingeniería en Mecánica, Mecatrónica, Comunicaciones y Electrónica y Sistemas Computacionales de la Universidad de Guanajuato. El análisis cuantitativo de los resultados de los mismos cursos en comparación con aquellos obtenidos de manera presencial, evidencia que la estrategia de aula invertida en la modalidad virtual aumenta el porcentaje de aprobación y el promedio general; sin embargo, por parte de los estudiantes se percibe un cansancio por la modalidad a distancia asíncrona.

Palabras Clave: Aula invertida, Educación en Ingeniería, Plataforma de gestión del aprendizaje, Aprendizaje asíncrono.

1 Introducción

La pandemia mundial de COVID-19 causada por el virus SARS-CoV2 ha desatado una serie de desafíos en todos los ámbitos de la vida pública y privada de los seres humanos. En la educación de todos los niveles se han tenido que adaptar las estrategias de enseñanza para una modalidad a distancia o de manera virtual. Particularmente en las Instituciones de Educación Superior (IES), más aún, en la educación en Ingeniería, la problemática aumenta debido a la necesidad de desarrollar contenido didáctico de cursos que requieren de desarrollos matemáticos fundamentales y prácticas de laboratorio. Por tanto, el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han sido reconducidas de manera fundamental en la aplicación de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).

Las plataformas de gestión del aprendizaje o sistema de gestión del aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) se han convertido en una herramienta indispensable para desarrollar contenido temático, evaluar el aprendizaje y mantener una comunicación con los estudiantes bajo las condiciones actuales a través de actividades síncronas, asíncronas e híbridas. Díaz et al (2021) describe que los LMS permiten a los docentes tener una nueva experiencia de enseñanza y aprendizaje, siendo más cómoda para sus alumnos al emplear las videoconferencias, pizarra digital, repositorio de archivos, etc. Asimismo, permiten a los estudiantes estar en contacto con sus compañeros, debatir, compartir dudas y ayudarse mutuamente.

Malik et al (2017) señala las ventajas de utilizar un recurso de aprendizaje asíncrono en la educación superior a distancia, debido a que el aprendizaje no ocurre al mismo tiempo entre todos los estudiantes, es decir, cada estudiante puede aprender donde sea y ocupar el tiempo que desee para obtener el conocimiento. Maldonado et al (2020) detalla que los Entornos Virtuales de Aprendizaje en este tiempo de pandemia beneficia la continuidad del proceso de formación y del cronograma académico de las IES, donde los profesores deben planificar y desarrollar una clase asincrónica que resulte ser una experiencia enriquecedora para los estudiantes. Dentro de las distintas estrategias asíncronas, durante este tiempo de pandemia, el Aula Invertida (Flipped Classroom) ha permitido establecer un ambiente dinámico, trabajo colaborativo, aprendizajes significativos y el desarrollo de habilidades de forma autónoma (Becerra et al, 2020). Implementación del aula invertida en cursos de ingeniería se pueden encontrar por ejemplo en Griffiths et. al (2016), donde se aplica el modelo de aula invertida en un curso de programación introductorio con 80 estudiantes divididos en dos grupos, los estudiantes a los que se les aplicó el aula invertida obtuvieron una mejora del 25% en su desempeño con respecto al grupo de estudiantes a quienes se les aplicó el modelo tradicional. En Fúneme (2019), el aula invertida se implementa en el curso de cálculo diferencial conformado por 25 estudiantes de primer semestre de una

universidad colombiana, los cuales en su mayoría alcanzaron un buen dominio de conceptos y algoritmos, con una mayor capacidad de argumentación en los procesos desarrollados. En Verón et. al (2021) se hace una revisión sistemática del aula invertida aplicada como estrategia didáctica para la generación de competencias y se resalta que, de 17389 artículos analizados, solo 18 se refieren a la implementación en la educación de la ingeniería.

La literatura consultada ha reportado distintos análisis del aprendizaje a distancia asíncrono en esta era del COVID-19 en diversas áreas y disciplinas de la educación superior, sin embargo, no se han encontrado resultados respecto a la educación en ingeniería. Por ejemplo, Brady y Pradhan (2020) revisa la transición de un aprendizaje tradicional (en persona) a un aprendizaje a distancia asíncrono en la educación de Medicina. Chen et al (2020) examina las percepciones de los estudiantes de la Escuela de Medicina Dental de Harvard respecto a las estrategias de aprendizaje a distancia usadas durante el COVID-19, reportando que la mayoría considera el Aula Invertida, así como el uso creativo de tecnologías son benéficos para su aprendizaje virtual. Pérez et al (2021) hace un análisis desde la perspectiva de los estudiantes de la Universidad de Extremadura, España, principalmente de las áreas de Ciencias Sociales y Jurídicas, así como de Ciencias de la Salud, en donde se destaca que para más del 75% de los estudiantes encuestados la educación a distancia ha exigido mayor dedicación en la preparación de las asignaturas que el destinado en el formato presencial. A pesar del incremento en el tiempo de estudio un porcentaje similar (77,3%) no percibe proporcionalidad en el rendimiento académico. Machuca et al (2021) muestra la percepción de los estudiantes de la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador, de las carreras de Administración, Contabilidad, Derecho y Sistemas, respecto al papel de las aulas virtuales en la construcción de una comunicación efectiva como espacios interactivos, considerando que el estudiante debe comprender que el cambio de escenario implica estar menos tiempo con el docente y más tiempo interactuando con las fuentes de información debidamente organizadas para que no se desvíe por fuentes poco confiables y puede construir su conocimiento, reforzar y profundizar los temas de mayor interés.

El objetivo de este artículo consiste en presentar el diseño y análisis de la implementación de la estrategia de aprendizaje asíncrono Aula Invertida a través de un sistema de manejo del aprendizaje para cursos de la educación en Ingeniería. El resto del documento está estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se detallan las características de los cursos que han sido diseñados por medio de LSM; la sección 3 muestra los detalles de la población estudiantil y evaluación aplicada; en la sección 4 se presenta un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos del aprendizaje a distancia en comparación con los resultados previos (educación presencial) al COVID-19; en la sección 5 se enuncian la percepción recabada de los estudiantes inscritos en los cursos; por último, en la sección 6 se presentan las conclusiones.

2 Características de los cursos diseñados para educación a distancia

La Universidad de Guanajuato (UG), México, cuenta con un Sistema Universitario de Multimodalidad Educativa (SUME) que busca integrar las TIC a los procesos de enseñanza – aprendizaje para adaptar la educación a las necesidades reales de las personas. Así, el SUME habilita a los docentes de la UG la posibilidad de administrar y diseñar un aula virtual por medio de Moodle a través de la plataforma llamada Campus Digital. Más aún, el SUME ofrece un catálogo de cursos y Unidades de Aprendizaje (UDA) que han sido virtualizados a un Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) de manera conjunta: docente como experto del área disciplinar, profesional experto en AVA, profesional del área de diseño e hipermedia y profesional del área de sistemas. Las UDA que son consideradas para el análisis de este documento son: Sistemas de Control, Circuitos Hidráulicos y Neumáticos y Cálculo Vectorial y Multivariable.

2.1 UDA de Sistemas Control

La UDA de Sistemas de Control se imparte en los programas de Licenciatura en Ingeniería Mecánica (LIME) y Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica (LIMT) de la División de Ingenierías Campus Irapuato-Salamanca (DICIS) de la UG. En el programa

de LIME se encuentra ubicada en el 8° semestre y en LIMT se sitúa en el 6° semestre, sin embargo, el grupo es compartido por lo cual se atienden a los estudiantes de ambos programas de manera simultánea.

Esta UDA ha sido diseñada por uno de los autores para ser impartida en Campus Digital haciendo uso de la estrategia de Aula Invertida con sesiones síncronas y asíncronas. El contenido temático consta de 6 tópicos, los cuales son tratados por medio de documentos y archivos multimedia como parte de las actividades asíncronas. Las sesiones síncronas se llevan a cabo a través de TEAMS en enlaces que son puestos en la propia plataforma de Campus Digital. En la Fig. 1 se muestra la UDA de Sistemas de Control desarrollada en Campus Digital.

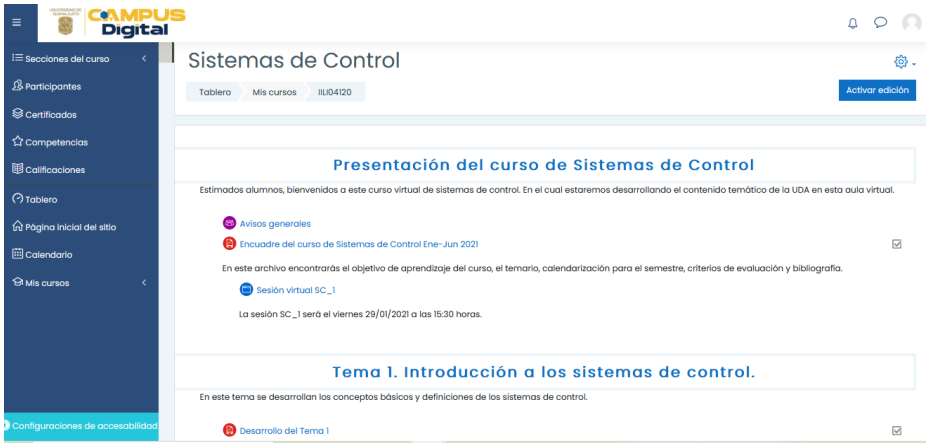


Fig. 1. UDA de Sistemas de Control desarrollada en Campus Digital de la Universidad de Guanajuato.

2.2 UDA de Circuitos Hidráulicos y Neumáticos

La UDA de Circuitos Hidráulicos y Neumáticos se imparte en los programas LIME y LIMT en el 6° y 7° semestre, respectivamente, en grupo compartido en Campus Digital. Está estructurada de 4 temas conceptuales y prácticas de laboratorio, por tanto, se hizo uso de simuladores para mostrar la ejecución de los circuitos hidráulicos y neumáticos. Como parte del material audiovisual, se grabaron videos de la implementación física en el laboratorio de manufactura de la universidad.

2.3 UDA de Cálculo Vectorial y Multivariable

La UDA de Cálculo Vectorial y Multivariable se imparte a partir del tercer semestre y tiene como prerrequisito Cálculo Diferencial y Cálculo Integral, como no es prerrequisito de ninguna materia, pueden tomarla incluso en los últimos semestres. Esta UDA es parte de todos los programas de Ingeniería que se imparten en la DICIS de la UG, en particular presentamos el análisis y resultados de la UDA impartida a los alumnos de las carreras en Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica e Ingeniería en Sistemas Computacionales. Esta UDA se imparte de forma presencial con 5 horas/semana/semestre, y se respetan los tiempos cuando se imparte en forma virtual. LA UDA consta de temas como cálculo vectorial, cálculo multivariable y variable compleja, los cuales para el diseño de la UDA se separaron en 14 clases digitales.

El diseño de esta UDA consta de una Introducción al curso (video), la presentación de la metodología de trabajo (ppt), bibliografía (ligas a libros disponibles en la biblioteca digital de la UG, o ligas libres en la red, ligas a geogebra, octave, symbolab, etc), forma de evaluación, clases digitales y calendario de sesiones con actividades de todo el semestre. Las clases digitales constan de material que elaboró el profesor), videos resolviendo problemas por el profesor, así como videos disponibles en la red; las evaluaciones son aplicadas al mismo tiempo y en horario de clase, además de sesiones síncronas por TEAMS para dudas y ejercicios. Como parte de la evaluación final se solicita un trabajo de cálculo de áreas y volúmenes. La Fig. 2 muestra el diseño de la clase digital.

Fig. 2. Ejemplo del diseño de una clase digital, sus apoyos (videos del profesor), tareas o consignas, prácticas y la evaluación.

3 Detalles de población estudiantil y evaluación aplicada

En este trabajo se hace el análisis de cada una de las UDA impartidas por el mismo profesor o profesora desde antes del inicio de la pandemia (modalidad presencial) y durante la pandemia (modalidad virtual), es decir, desde el semestre 2018-2 al semestre 2021-1, donde *año-1* es el semestre Enero-Junio y *año-2* es el semestre Agosto-Diciembre de ese año. El número de estudiantes matriculados en éstos semestres para cada UDA son mostrados en la Tabla 1. Los criterios de evaluación usados en cada semestre, son presentados en la Tabla 2. Es importante destacar que se analizó a toda la población cursando la UDA, es decir, no hubo una muestra estadística en particular. Además, todos los estudiantes son evaluados con las mismas políticas, todos tienen las mismas oportunidades, por tanto, este trabajo no es una experimentación, se trata de un reporte y análisis de resultados obtenidos antes y durante la pandemia.

Tabla 1. Estudiantes que cursaron cada una de las UDA en los semestres analizados.

UDA	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2	2021-1
Sistemas de Control	35	27	38	40	40	44
Circuitos Hidráulicos y Neumáticos	31	33	30	32	23	31
Cálculo Vectorial y Multivariable	11	8	9	7	18	11

Tabla 2. Criterios de evaluación utilizados en cada semestre para cada UDA.

UDA	Modalidad Presencial 2018-2 - 2019-1 - 2019-2 - 2020-1	Modalidad Virtual 2020-2 - 2020-1
Sistemas de Control	• Tareas 30% - 25% - 30% - 30% • Trabajos en clase 30% - 25% - 30% - 20% • Exámenes parciales 20% - 30% - 30% - 30% • Examen Final 20% - 20% - 10% - 20%	• Cuestionarios 50% - 60% • Trabajo final 25% - 30% • Asistencia sesiones virtuales 25% - 10%
Circuitos Hidráulicos y Neumáticos	• Tareas 25% - 25% - 30% - 25% • Trabajos en clase 25% - 20% - 25% - 30% • Prácticas de laboratorio 25% - 30% - 20% - 25% • Examen Final 25% - 25% - 25% - 20%	• Cuestionarios 60% - 60% • Prácticas laboratorio (simulación) 30% - 30% • Asistencia sesiones virtuales 10% - 10%
Cálculo Vectorial y Multivariable	• Tareas 10% • Practicas Matlab 10% • Asistencias 10% • 3 parciales 70%	• Tareas 15% • Practicas Matlab 10% • Exámenes 55% • Trabajo final 20%

4 Resultados de Aprendizaje

El análisis se ha realizado considerando el porcentaje de aprobación y el promedio general obtenido en cada una de las UDA. Los resultados son mostrados en la Fig. 3 y Fig. 4.

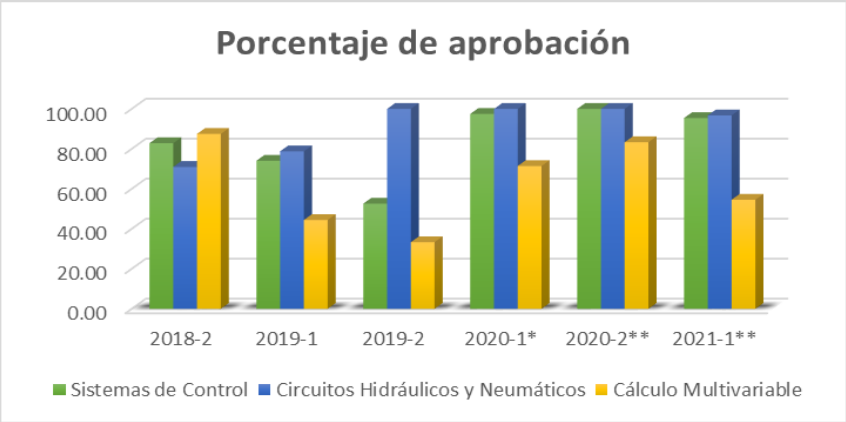


Fig. 3. Porcentaje de aprobación de las UDA impartidas en la educación en ingeniería antes y durante la pandemia COVID-19. * semestre que se inició de manera presencial, a final del mes marzo se implementó la modalidad a distancia. ** semestre desarrollado totalmente a distancia.

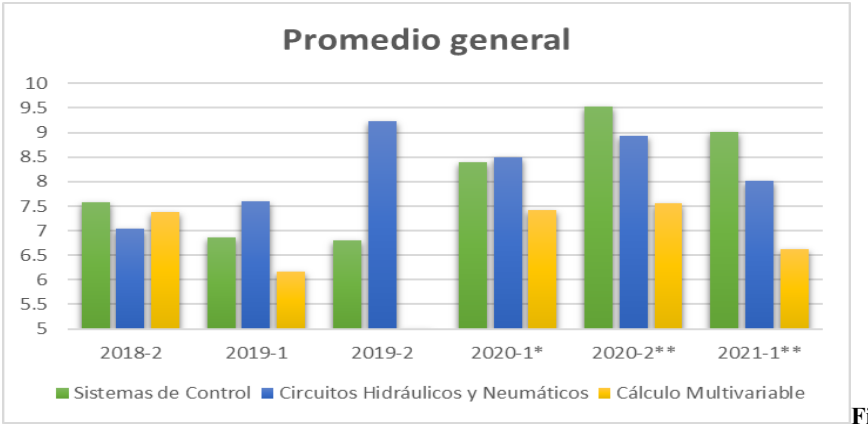


Fig. 4. Promedio general de las UDA impartidas.

Se observa que antes de que iniciara la suspensión presencial de clases debido al COVID-19, el porcentaje de aprobación tenía una

tendencia a disminuir cada semestre. Sin embargo, la implementación de las UDA virtuales a través de la estrategia de Aula Invertida ha revertido la tendencia a un incremento del porcentaje de aprobación en cada semestre.

Respecto al promedio general, en los 2 primeros semestres de la modalidad a distancia se nota una tendencia incremental del promedio. Esta tendencia se está revirtiendo en el último semestre de haberse implementado la modalidad virtual. Lo cual puede significar un "cansancio" en los estudiantes por el tipo de modalidad que se está usando en todas sus UDA.

Notar que en relación a la UDA de Cálculo Vectorial y Multivariable, el semestre 2019-2 no fue impartido por el mismo profesor, por lo que no podemos tener acceso a los promedios de dichos alumnos.

5 Percepción de estudiantes

Al término de cada semestre, el Departamento de Evaluación Docente de la Universidad de Guanajuato realiza una encuesta a los estudiantes vía electrónica en donde vierten sus opiniones al final del semestre, el profesor no tiene la posibilidad de visualizar los resultados hasta después de entregar calificaciones y no tiene acceso a cambiar las preguntas, ni a saber la identidad de las opiniones. Las respuestas aquí presentadas son copia fiel de las obtenidas en dichas encuestas y no están separadas por UDA. En la Tabla 3 se enlistan algunos comentarios que fueron vertidos por los estudiantes en los semestres 2020-1, 2020-2 y 2021-1, que son los semestres en los cuales se implementó la modalidad virtual, en base a la pregunta ¿Qué sugerencias harías para fortalecer el desarrollo de la UDA?

Tabla 3. Percepción de estudiantes durante la implementación en modalidad virtual de las UDA analizadas.

2020-1	2020-2	2021-1
• Excelente, los vídeos lograron trasmitir el conocimiento necesario y aclaró dudas en cualquier momento. • Fue de gran ayuda los diversos videos para la elaboración de las prácticas y poder expresar nuestras dudas. • Creo que es una materia que necesita ser más presencial, pero se utilizó muy bien lo que estaba al alcance para que hubiera aprendizaje. • A pesar de no dar clases síncronas, se enviaban videos de las clases y los temas correspondientes. • Me pareció que aun cuando no tuve clases presenciales, las explicaciones en los videos fue muy buena, lo que me facilitó mucho el aprendizaje. • Una de las mejores técnicas para continuar con el tema. • Buena manera de desarrollar los temas y manera de trabajo buena. • Excelente su forma de llevar la materia durante la contingencia, me gustó mucho la forma de organizar las tareas y los exámenes y todo	• En general me pareció muy formal el curso, estuvo muy completo. Tal vez realizar más clases síncronas. • Está bien ser autodidacta, pero también es deseable que a veces el profesor explique los temas y no sólo dudas. • La forma en que abordó la UDA no tengo sugerencias. • Ninguna, hubo buena planificación y desarrollo. • Ninguna. La modalidad de clases en línea fue excelente. • Todo bien. • Incluir contenido adicional al del libro y de cada tema. • La planificación me pareció bastante buena, fue de los mejores, sin embargo, fue el más pesado. • Ninguna, me agradó esta forma de dar clases y siento que mi aprendizaje fue mejor. • La única información me gustaría que antes dejar la tarea nos diera una pequeña introducción al tema. • Para futuros cursos me gustaría ver más práctica en todos los temas. • Que se mantenga el esquema de trabajo,	• Dejar de lado las clases asíncronas y dedicarse totalmente a dar clases en vivo y enfocadas al aprendizaje de la materia. • Que las clases se impartan de manera normal. • Considero que el curso estuvo bastante organizado en sus sesiones, al menos en la metodología de aprendizaje que se mantuvo durante el curso. • Poco acompañamiento debido a las clases asíncronas. • Me parecieron buenas las actividades realizadas para el aprendizaje. • Ninguna, creo que se llevó de manera adecuada las diferentes formas y técnicas de aprendizaje. • Grabar todas las clases que se hacen. • Ningún comentario. • Ninguna, todo bien.

el material que se envió fue bueno. • Excelente, salvo el último tema, todos los entendí igual que se hubiera estado en clase normal. • Tal vez solo pediría que se dieran clases normales pero en línea.	estuvo muy bien diseñado. • Tratar de que los archivos sean más explícitos. • Dar una breve explicación teórica de los contenidos. • No tengo sugerencia, la clase estuvo bien.	• El aprendizaje fue excelente para la materia. • Todo de la forma de evaluar me encantó. • Ningún comentario. • Todo bien, siempre se brindó apoyo. • Ningún comentario.

Los comentarios por parte de los alumnos en el primer semestre virtual muestran un aprecio al esfuerzo de los profesores por dar una clase a distancia y valoran el material utilizado, el segundo semestre los comentarios son buenos y dan más sugerencias para mejorar, sin embargo, en el tercer semestre los comentarios que se hicieron denotan que los estudiantes muestran un "enfado" o "cansancio" por la modalidad virtual, además de considerar la importancia de incluir una modalidad híbrida.

Más aún, es importante hacer hincapié, que muchos alumnos que llevaron estas UDA son de bajos recursos y no tienen acceso a internet de manera económica por lo que muchos tomaron clase con sus teléfonos y es de reconocer que hicieron un gran esfuerzo. También debemos aclarar que hubo casos de alumnos que se fueron dando de baja por no tener acceso a un internet a su alcance económico e incluso en su lugar de residencia no cuentan con internet estable.

6 Conclusiones

La pandemia de COVID-19 ha provocado el desarrollo de las UDA de manera virtual con el uso de plataformas de gestión del aprendizaje y a través de estrategias asíncronas como el aula invertida.

En el análisis de los resultados de aprendizaje de cursos en la educación en ingeniería, se aprecia que el porcentaje de aprobación

como el promedio general, mostraron una tendencia ascendente durante los 2 primeros semestres en donde se implementó la modalidad virtual, sin embargo, en el siguiente semestre se observa una tendencia descendente en ambos resultados de aprendizaje considerados en el análisis.

Esta tendencia descendente está relacionada con las percepciones de los estudiantes, quienes en el último semestre analizado (Enero-Junio 2021) han comentado el descontento por las sesiones asíncronas, solicitando incluso que se impartan todas las clases de manera síncrona, lo cual, es un llamado a los docentes a crear estrategias de enseñanza-aprendizaje en donde exista un balance entre las actividades asíncronas y síncronas para lograr la obtención del aprendizaje en el estudiante, además de mantener una motivación a los alumnos para continuar con su aprendizaje.

Agradecimientos. Los autores agradecen el apoyo y retroalimentación recibida por los compañeros de la Comunidad Disciplinar de Práctica Docente de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato.

Referencias

Brady, A. K., y Pradhan, D. (2020). Learning without borders: asynchronous and distance learning in the age of COVID-19 and beyond. ATS scholar, 1(3), 233-242.

Chen, E., Kaczmarek, K., y Ohyama, H. (2020). Student perceptions of distance learning strategies during COVID-19. Journal of dental education.

Díaz Quilla, J. P., Carbonel Alta, G. Z. y Picho Durand, D. J. (2021). LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE APRENDIZAJE (LMS) EN LA EDUCACIÓN VIRTUAL. Revista arbitrada del Centro de Investigación y Estudios Gerenciales, 50, 87-95.

García, E. B. B., Pacheco, K. B. Q., y Pacheco, E. I. R. (2020). Aula invertida en tiempos emergentes covid-19. Revista Científica Retos de la Ciencia, 4(9), 24-36.

Griffiths, L., Villarroel, R., y Ibacache, D. (2016). Implementación del modelo de aula Invertida para el aprendizaje activo de la programación en

ingeniería. En XXIX Congreso Chileno de Educación en Ingeniería SOCHEDI.

Fúneme-Mateus, C. C. (2019). El aula invertida y la construcción de conocimiento en matemáticas. El caso de las aplicaciones de la derivada. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (45), 159-174.

Maldonado-Mangui, S. P., Peñaherrera-Acurio, W. P., y Espinoza-Beltrán, P. S. (2020). Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA´s), como recurso de aprendizaje en las clases asíncronas de las IES. Dominio de las Ciencias, 6(4), 1279-1291.

Malik, M., y Fatima, G. (2017). E-Learning: Students' Perspectives about Asynchronous and Synchronous Resources at Higher Education Level. Bulletin of Education and Research, 39(2), 183-195.

Pérez-López, E., Atochero, A. V., y Rivero, S. C. (2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1), 331-350.

Verón, V. C. S., Marín, M. B., y Barrios, T. H. (2021). El aula invertida como estrategia didáctica para la generación de competencias: una revisión sistemática. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(2), 285-308.

Vivar, S. A. M., Trávez, D. E. S., Guamán, C. R. S., y Rivera, D. P. P. (2021). Percepción de los estudiantes de las clases síncronas y asíncronas a un año de educación virtual. Revista Conrado, 17(81), 269-276.

Un nuevo diseño para un nuevo escenario

Rosanna Costaguta
Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información (IIISI)
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT)
Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE)
Argentina
rosanna@unse.edu.ar

Resumen. En este artículo se presenta una innovación curricular realizada sobre una asignatura cuatrimestral que cursan estudiantes universitarios avanzados de carreras de matemática y de informática. La innovación buscó salvar el obligado y absoluto corte de presencialidad en las actividades áulicas que provocó la pandemia durante 2020 y 2021, lo que representó un desafío para la comunidad universitaria en general, y para cada equipo cátedra en particular. El artículo describe los cambios efectuados tanto a nivel de actividades como de recursos, materiales y productos. Para evaluar la propuesta se consideró su impacto en el desempeño de los alumnos, por lo que se analizaron las calificaciones que ellos obtuvieron en las instancias de evaluación online. También se recolectaron y procesaron las opiniones de las dos cohortes de estudiantes que cursaron la asignatura bajo estas nuevas condiciones. Los resultados respaldan la pertinencia y adecuación de los cambios introducidos.

Palabras clave: Innovación curricular, Pandemia, Aula virtual, Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora, Encuesta de opinión, Estudiantes Universitarios.

1 Introducción

Nadie puede negar que durante 2020 y 2021, el coronavirus afectó la vida de las personas en todos los países del mundo. Los gobernantes de cada una de las naciones debieron afrontar la nueva realidad que tocó vivir, tomando las decisiones que en cada caso juzgaron pertinentes. En el cono sur del continente americano, el gobierno de la República Argentina estableció primero el Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO), como la medida adecuada para evitar la

propagación del virus. Mediando la segunda parte del 2020, dada la evolución de la situación epidemiológica, dispuso el Distanciamiento Social, Preventivo y Obligatorio (DSPO), que posibilitó recuperar en parte la normalidad en contextos económicos y sociales, pero aún con numerosas medidas de cuidado y permanente monitoreo. Y así, primero por el ASPO y luego por el DSPO, las actividades que muchas personas desarrollaban a diario debieron adecuarse, entre ellas, las de enseñar y las de aprender.

Durante 2020 y buena parte del 2021, los escenarios educativos se dieron en una virtualidad total para la que, en general, sus actores no estaban preparados. Los docentes tuvieron que invertir horas repensando sus prácticas, reinventando clases, tareas y recursos para estudiantes no presenciales, y concretando innovaciones educativas ayudados por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

En la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), particularmente en las carreras pertenecientes a la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT), docentes y estudiantes migraron de asignaturas presenciales a una completa virtualidad. Este cambio se concretó mediante el intenso uso de aulas virtuales, que ya existían con anterioridad pero que hasta ese momento venían siendo usadas sólo como repositorios de material educativo (programas analíticos, archivos con apuntes, enunciados de trabajos prácticos, etc.).

En la FCEyT de la UNSE, la asignatura Criptografía pertenece al último año del plan de estudio de las carreras universitarias Licenciatura en Matemática y Licenciatura en Sistemas de Información. Usualmente se desarrolla durante el primer semestre del año con los estudiantes de informática, y durante el segundo semestre con los de matemática. Para afrontar la requerida virtualidad, la docente responsable de la asignatura elaboró un proyecto de innovación educativa que adecuó el desarrollo de la materia para un cursado no presencial. Para diseñar este proyecto de innovación no sólo se tuvieron en cuenta las competencias específicas que se esperaba que los estudiantes adquirieran con cada unidad temática, sino las competencias digitales y competencias transversales que los estudiantes también debían desarrollar. Específicamente se

consideraron las siguientes competencias específicas: reconocer el tipo de problemas que pueden ser estudiados con técnicas de Criptografía, aplicar diferentes métodos de encriptado de información, comprender y valorar los avances logrados en el campo de la Criptografía y su contribución a otras ramas de conocimiento. Para las competencias digitales, se incluyeron: buscar y seleccionar información web relevante, comunicar sus ideas en diferentes formatos digitales, utilizar adecuadamente distintas herramientas TIC, argumentar, negociar y consensuar posiciones en foros digitales. Finalmente, respecto a las competencias transversales, se incluyeron: aplicar principios y generalizaciones en la resolución de nuevos problemas, hacer inferencias razonables a partir de observaciones, sintetizar e integrar ideas e información disponibles, pensar holísticamente, organizar eficazmente su trabajo, trabajar productivamente con otros. También se consideró que estas últimas competencias debían permitir desarrollar en los estudiantes: una actitud de apertura hacia nuevas ideas, una estima duradera por el aprendizaje, una comprensión informada de la ciencia y la tecnología, un sentido de responsabilidad por el propio comportamiento, el respeto por el otro, y un compromiso por la honestidad.

El proyecto de innovación resultante se implementó y evaluó con dos cohortes de estudiantes: de la Licenciatura en Matemática durante el segundo semestre del 2020, y de la Licenciatura en Sistemas de Información durante el primer semestre del 2021. En este trabajo se describen las innovaciones introducidas en la asignatura Criptografía, y se presentan y analizan los resultados obtenidos de su puesta en práctica.

El artículo se organiza como sigue: la sección 2 presenta el proyecto de innovación curricular elaborado, la sección 3 describe la puesta en práctica de la nueva propuesta e incluye los resultados obtenidos, y finalmente, la sección 4 enuncia algunas conclusiones y líneas de trabajo futuro.

2 El nuevo diseño curricular

Durante el cursado presencial de la asignatura, es decir hasta el año 2019 (inclusive), los estudiantes participaron de clases magistrales

brindadas por el profesor, y también asistieron a clases prácticas, donde resolvieron individualmente los ejercicios incluidos en cuatro trabajos prácticos. Las unidades temáticas fueron cuatro: Fundamentos de la Criptografía, Criptografía clásica, Criptografía moderna, y Autenticación.

A partir del año 2020, se implementó el proyecto de innovación curricular que dio origen a este artículo. En esta nueva planificación se mantuvieron las cuatro unidades temáticas presentes en el cursado presencial, pero al incorporar recursos TIC que posibilitaran un desarrollo completamente virtual, fue preciso modificar: los objetivos, la secuenciación de los contenidos, las estrategias y los recursos didácticos, las actividades, las evaluaciones y las rúbricas. Así, las clases magistrales se cambiaron por producciones audiovisuales (algunas creadas especialmente por el profesor de la asignatura, y otras cuidadosamente seleccionadas desde sitios web reconocidos en el área de la seguridad informática), las clases prácticas fueron modificadas introduciendo en los enunciados de los cuatro trabajos prácticos actividades realizables mediante herramientas TIC, y también se incluyeron cuatro foros para propiciar el aprendizaje colaborativo soportado por computadora. Como todas las asignaturas de la FCEyT, Criptografía continuó disponiendo durante 2020 y 2021 de un aula virtual bajo la plataforma Moodle, administrada por el Centro Universitario Virtual (CUV) perteneciente a facultad (https://cuv-fceyt.unse.edu.ar/login/index.php).

En particular, cada una unidad temática contó con producciones audiovisuales de contenido teórico y con un trabajo práctico compuesto por ejercicios que los estudiantes debían resolver. Todas las resoluciones recibieron retroalimentación del profesor y, además, fueron sociabilizadas en los foros especialmente creados para cada trabajo práctico. Cada unidad temática se cerró con un encuentro remoto (videoconferencia) utilizando la plataforma JITSI MEET (recurso contratado por la universidad por lo que no implicó costos para los estudiantes y los docentes).

Cada unidad contó también con un foro general para dudas y consultas donde los estudiantes pudieron colocar preguntas sobre los contenidos teóricos abordados y recibir respuestas del profesor. Los estudiantes también tuvieron disponible el servicio de correo

electrónico personal del aula virtual para comunicarse con sus compañeros, o con el profesor. A fin de agilizar la comunicación, se creó un grupo de WhatsApp donde se compartieron noticias, recordatorios sobre el cronograma de actividades, etc.

Los libros digitales disponibles para la asignatura fueron incorporados a una carpeta especialmente creada por el profesor en Google Drive. El enlace a la carpeta fue colocado en el aula virtual para que todos los estudiantes tuvieran acceso al material. Se decidió proceder de esta manera debido a las limitaciones de almacenamiento establecidas por el CUV para la gestión de archivos en las aulas virtuales de la facultad.

Para evaluar los aprendizajes, y con fines de acreditar el espacio curricular, se incluyeron dos evaluaciones parciales. La primera evaluación abarcó a las unidades 1 y 2, y la segunda a las unidades 3 y 4. Ambas instancias de evaluación tuvieron una alternativa de recuperación cuando las calificaciones obtenidas por los estudiantes hubieran sido inferiores a 6 puntos sobre 10. Tanto para la elaboración de las evaluaciones, como para sus respectivos recuperatorios, se utilizó el recurso Cuestionario de Moodle. Las evaluaciones parciales y sus recuperatorios estuvieron compuestas por 10 preguntas, otorgándose un punto a cada respuesta correcta. Las preguntas incluidas en las evaluaciones fueron de los tipos: verdadero/falso, elección múltiple, y emparejamiento de conceptos y explicaciones. La Tabla 1 muestra los temas, las actividades y los recursos TIC incluidos en la nueva planificación curricular de la asignatura.

Tabla 1. Temas, actividades y recursos TIC incluidos en la planificación curricular.

Unidades y temáticas desarrolladas	Material teórico	Actividades prácticas	Evaluaciones
U1 - Fundamentos de la Criptografía. Definiciones y términos específicos del área. Reseña histórica de la disciplina.	• Un video desarrollado por el profesor de la asignatura, incrustado en el aula virtual mediante enlace desde canal YouTube del profesor. • Un video reutilizado, incrustado en el aula virtual mediante enlace desde canal YouTube de la UPM. • Un encuentro remoto con el profesor. • Un foro de debate para dudas o consultas.	• Enunciado del Trabajo práctico 1 (en formato PDF). • Una lectura sugerida (incrustada en el aula virtual mediante enlace a archivo en formato PDF). • Dieciséis videos y dieciséis infografías generados por los estudiantes en respuesta al práctico 1. • Un foro para sociabilizar todos los videos e infografías generados (cada producción recibió retroalimentación del profesor). Los estudiantes podían acceder a todas las producciones y retroalimentaciones.	• Evaluación parcial 1 Cuestionario Moodle compuesto por 10 preguntas del tipo verdadero/falso, opción múltiple, y emparejamiento de conceptos con definiciones. Especialmente diseñado para abarcar temáticas de unidades 1 y 2. • Recuperatorio parcial 1 Cuestionario Moodle compuesto por 10 preguntas del tipo verdadero/falso, opción múltiple, y emparejamiento de conceptos con definiciones. Especialmente diseñado para abarcar temáticas de unidades 1 y 2.
U2 - Criptografía clásica. Métodos de encriptado por substitución (monoalfabética y polialfabética) y por transposición. Métodos de ataque conocidos	• Tres videos desarrollados por el profesor de la asignatura, incrustados en aula virtual mediante enlaces desde canal YouTube del profesor. • Seis videos reutilizados, incrustados en el aula virtual mediante enlaces desde canal YouTube de la UPM. • Un encuentro remoto con el profesor. • Un foro de debate para dudas o consultas.	• Enunciado del Trabajo práctico 2 (en formato PDF). • Un foro para sociabilizar las resoluciones (cada estudiante subió la respuesta de uno de los ejercicios y evaluó una de un compañero, el profesor realizó la retroalimentación final de cada ejercicio). Los estudiantes podían acceder a todas las resoluciones, sus correcciones y sus retroalimentaciones finales.	
U3 - Criptografía moderna Aritmética modular. Métodos de encriptado simétricos y asimétricos. Métodos de ataque conocidos.	• Cuatro videos desarrollados por el profesor de la asignatura, incrustados en el aula virtual mediante enlaces desde canal YouTube del profesor. • Cinco videos reutilizados, incrustados en el aula virtual mediante enlaces desde canal YouTube de la UPM. • Un encuentro remoto con el profesor. • Un foro de debate para dudas o consultas.	• Enunciado del Trabajo práctico 3 (en formato PDF). • Un foro para sociabilizar las resoluciones (cada estudiante subió su resolución y recibió retroalimentación del profesor). Los estudiantes podían acceder a los envíos y retroalimentaciones de sus compañeros.	• Evaluación parcial 2 Cuestionario Moodle compuesto por 10 preguntas del tipo verdadero/falso, opción múltiple, y emparejamiento de conceptos con definiciones. Especialmente diseñado para abarcar temáticas de unidades 3 y 4. • Recuperatorio parcial 2 Cuestionario Moodle compuesto por 10 preguntas del tipo verdadero/falso, opción múltiple, y emparejamiento de conceptos con definiciones. Especialmente diseñado para abarcar temáticas de unidades 3 y 4.
U4 – Autenticación Autenticación directa e indirecta. Esquemas de autenticación de transmisores.	• Cuatro videos desarrollados por el profesor de la asignatura, incrustados en el aula virtual mediante enlaces desde canal YouTube del profesor. • Un encuentro remoto con el profesor. • Un foro de debate para dudas o consultas.	• Enunciado del Trabajo práctico 4 (en formato PDF). • Un foro para sociabilizar las resoluciones (cada estudiante subió la respuesta de uno de los ejercicios y evaluó una de un compañero, el profesor realizó la retroalimentación final de cada ejercicio). Los estudiantes podían acceder a todas las resoluciones, sus correcciones y sus retroalimentaciones finales.	

Cabe aclarar que los videos mencionados en Tabla 1 como material teórico disponible desde canal YouTube de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), son producciones con licencia Creative Commons de la Red Temática Iberoamericana de Criptografía y Seguridad de la Información (Criptored). El archivo indicado como lectura sugerida en unidad 1, del sitio www.criptohistoria.es, posee idéntica licencia.

3 Puesta en práctica y resultados

El nuevo e innovador diseño curricular de la asignatura, descripto en la sección anterior, se puso en práctica con 9 estudiantes pertenecientes a la Licenciatura en Matemática en el segundo semestre del 2020, y con 7 estudiantes pertenecientes a la Licenciatura en Sistemas de Información en el primer semestre del 2021. Para evaluar su efectividad se optó por considerar las calificaciones obtenidas por los estudiantes en prácticos, parciales y recuperatorios, y también sus desempeños en los foros de sociabilización.

Para calificar a los estudiantes, en prácticos y en foros de sociabilización, se crearon especialmente instrumentos de evaluación del tipo rúbrica. Para las dos evaluaciones parciales y sus respectivos recuperatorios no fue necesario crear rúbricas, ya que, por tratarse de cuestionarios Moodle, se calificaron automáticamente acorde con el diseño previo efectuado por el profesor. La Tabla 2 muestra los resultados alcanzados.

Tabla 2. Resumen de resultados de evaluaciones

Producto evaluado	Cohorte 2020 (9 estudiantes)		Cohorte 2021 (7 estudiantes)	
Trabajo Práctico 1	7 EXC	78 %	4 EXC	78 %
	2 MB	22 %	3 MB	22 %
Foro 1	9 EXC	100 %	7 EXC	100 %
Trabajo Práctico 2	6 EXC	67 %	7 EXC	100 %
	3 MB	33 %		
Foro 2	9 EXC	100 %	7 MB	100 %
Trabajo	7 EXC	87,5 %	2 EXC	29 %

Práctico 3	1 MB	12,5 %	5 MB	71 %
	1 ausente	-		
Foro 3	8 EXC	89 %	7 EXC	100 %
	1 MB	11 %		
Trabajo Práctico 4	4 EXC	45 %	6 EXC	86 %
	5 MB	55 %	1 MB	14 %
Foro 4	9 EXC	100 %	6 EXC	86 %
			1 MB	14 %
Parcial 1	3 EXC	33 %	6 EXC	86 %
	4 MB	45 %	1 REG	14 %
	2 B	22 %		
Recuperatorio 1	-	-	-	-
Parcial 2	4 EXC	45 %	4 EXC	57 %
	2 MB	22 %		
	2 B	22 %	3 MB	43 %
	1 M	11 %		
Recuperatorio 2	1 B	100 %	-	-

Los aspectos considerados en la rúbrica elaborada para el primer práctico, donde los estudiantes debían generar un video y una infografía, fueron: coherencia en la organización y selección de contenidos, inclusión de información adicional lograda mediante indagación personal, uso de terminología específica, y creatividad. Para los prácticos 2, 3 y 4, donde los estudiantes debieron resolver ejercicios de aplicación de métodos de encriptado o autenticación, la rúbrica incluyó los aspectos: aplicación de conocimientos teóricos, cálculos efectuados, uso de terminología específica, y completitud de la documentación presentada. Para evaluar el desempeño de los estudiantes en cada uno de los cuatro foros de sociabilización de resultados, se consideraron los siguientes aspectos: pertinencia de las intervenciones, conocimiento demostrado, y uso de terminología específica. Todas las rúbricas utilizaron una escala de calificaciones cualitativas con las categorías: Excelente (EXC), Muy bueno (MB), Bueno (B), Regular (R) y Malo (M). La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos.

En la Tabla 2 se encuentra sombreada la categoría más asignada para calificar los trabajos de los estudiantes. Puede observarse que, a excepción del Trabajo práctico 3 para la cohorte 2021, la categoría más utilizada fue Excelente (EXC); y que, a excepción del Parcial 2 para la cohorte 2020, los porcentajes que corresponden a esas calificaciones máximas fueron superiores al 50 % (incluso en varias oportunidades equivalieron al 100 %, o a valores próximos). Cabe aclarar que, considerando particularmente el Trabajo práctico 3 para la cohorte 2021, más del 70 % de los estudiantes obtuvo la calificación MB. De manera similar, si se analizan los porcentajes de calificaciones para el Parcial 2 de la cohorte 2020, entre calificaciones EXC y MB se llega a abarcar casi al 70 % de los alumnos. Todo esto permite afirmar que con esta innovación curricular se obtuvieron muy buenos desempeños en los estudiantes.

4 Trabajos relacionados

A continuación, se incluyen algunos trabajos que documentan innovaciones efectuadas sobre asignaturas universitarias a consecuencia de la pandemia, y que por tal razón pueden considerarse antecedentes del presente artículo.

Area-Moreira et al. (2020) presentan una experiencia de la Universidad de La Laguna (España), donde una modalidad semipresencial fue rediseñada para una modalidad a distancia. Los estudiantes debieron optar por uno de los dos itinerarios de aprendizaje definidos, que abarcaban los mismos temas y competencias a lograr, pero donde uno era grupal y basado en aprendizaje por proyectos mientras que el otro era individual y basado en aprendizaje por temas. Ambos itinerarios disponían de aula virtual con clases remotas utilizando Google Meet. Los estudiantes podían consultar dudas por correo electrónico o en foros creados para ello. Los estudiantes respondieron una encuesta final. Considerando los resultados de la encuesta y los rendimientos de los estudiantes, los autores califican de exitosa a su propuesta de cambio.

Castro et al. (2020) describen la propuesta concretada en la asignatura Inmunología, donde se incorporaron videos (clases

grabadas), actividades para realizar en aula virtual, encuentros remotos síncronos (por plataforma Zoom), aprendizaje basado en problemas, gamificación y aula invertida. Los autores señalan en su trabajo que los videos y algunas de las actividades propuestas fueron muy extensas y provocaron en los estudiantes cansancio, pérdida de atención y concreción de errores. Sin embargo, resaltan que la mayoría de las actividades resultaron positivas y motivadoras, propiciando que los estudiantes utilizaran vocabulario técnico específico.

En una cátedra de matemática, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, en Argentina, se utilizó Google Classroom para aula virtual, las plataformas Zoom y Webex para encuentros remotos, Jamboard y Microsoft Whiteboard para pizarras virtuales, y el software libre GeoGebra para ejercitación (Del Río et al., 2020). Los autores evaluaron la experiencia con una encuesta, pero no explicitan resultados, ni miden impacto en los aprendizajes logrados por los estudiantes.

Moreno-Correa (2020) describe las innovaciones concretadas en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, en Colombia, en las asignaturas Infecciones e Inmunidad de la carrera de Medicina, y en Inmunología e Infecciones de la carrera Enfermería. El autor aplicó aprendizaje activo mediante aula invertida, con guías de actividades que los estudiantes entregaron para corrección, registrando todas las tareas en aula virtual de Blackboard. Se menciona realizar una encuesta para relevar las opiniones de los estudiantes, pero no se brindan los resultados del procesamiento. Tampoco se analiza impacto en los aprendizajes de los estudiantes.

Llorens-Largo et al. (2021) implementaron aprendizaje basado en proyectos en una asignatura de Ingeniería Multimedia en la Universidad de Alicante, España. En un primer período el desarrollo de la asignatura fue presencial pero luego, obligados por la pandemia, se pasó a una modalidad virtual. Para esto se valieron de videos con contenido teórico, videoconferencias para atención de consultas, y video-streaming para que los estudiantes presentaran sus trabajos. Los autores realizaron una encuesta de opinión por cada modalidad de cursado y los estudiantes se manifestaron satisfechos con ambas. Los autores afirman que el rendimiento de los estudiantes fue similar en ambas modalidades.

Considerando los antecedentes mencionados en los párrafos previos, se puede afirmar que no se encontró un diseño curricular de modalidad e-learning, para los contenidos programáticos de la asignatura Criptografía, como el que se presenta en este artículo. Por otro lado, tampoco se detectaron diferencias destacables en cuanto

al uso de recursos TIC y a la realización de una encuesta de opinión de los estudiantes. Sin embargo, cabe resaltar el detallado análisis de resultados realizado en este trabajo (tanto respecto al desempeño de los estudiantes como a sus opiniones), la utilización no sólo de material propio sino también de otros creados con licencia Creative Commons, y la sociabilización en foros de las resoluciones de ejercicios.

5 Conclusiones

Tal como se mostró en la sección 3, la puesta en práctica de la nueva planificación curricular elaborada para un cursado en virtualidad total, generó muy buenos resultados que validan su pertinencia y adecuación como proyecto de innovación. Sociabilizar en los foros las respuestas dadas a los ejercicios fue muy efectivo para generar diálogos entre los estudiantes y el profesor, donde además de aclarar dudas, los estudiantes se entrenaron en el uso de la terminología específica del área. A pesar de esto, y a fin de conocer las opiniones de los estudiantes participantes, se diseñó una encuesta que luego fue implementada mediante un formulario de Google Forms.

La encuesta tiene 4 secciones que permiten indagar algunos datos personales, y principalmente, opiniones sobre la experiencia desarrollada, los videos de contenido teórico, y los foros de sociabilización de resultados. Las preguntas cuentan con categorías de respuestas predeterminadas, donde en la mayoría de los casos se aplica la escala: siempre, frecuentemente, algunas veces y nunca; y en otras oportunidades: si/no. Además, existe una zona para ingresar texto libre destinado a comentarios o sugerencias.

Al finalizar cada cursada, se incrustó en el aula virtual respectiva un enlace al formulario para que fuera accesible para los estudiantes. Se recibieron y procesaron las respuestas de los 9 estudiantes pertenecientes a la cohorte 2020 y 7 pertenecientes a la 2021. Puesto que no se efectuaron cambios en la modalidad de desarrollo de los temas entre ambos años, y tampoco se modificó el diseño de la encuesta, los resultados que se muestran a continuación resultan del procesamiento conjunto de todas las respuestas:

- Respecto a los datos personales: el 100 % de los estudiantes disponía de computadora propia, 25 % de ellos compartía su uso con otra u otras personas. Sólo el 25 % afirmó que utilizó en algunas ocasiones su teléfono móvil para acceder al aula virtual y realizar las actividades. Por otro lado, mientras el 75 % sostuvo contar con un buen servicio de conexión a internet para el desarrollo de las actividades, el 25 % restante manifestó disponer de un servicio deficiente que genera dificultades.

- Respecto a la experiencia desarrollada, el 100% de los estudiantes afirmó que la estrategia pedagógica elegida por el equipo cátedra para desarrollar las unidades temáticas empleando videos teóricos y foros, contribuyó positivamente a su aprendizaje. Además, el 100 % de los estudiantes opinó que se combinaron adecuadamente los recursos tecnológicos (aula virtual, foros, videos, etc.) con el desarrollo de contenidos teóricos, actividades prácticas individuales y grupales, y generación de diferentes productos finales evaluables, para el logro de los objetivos de enseñanza y de aprendizaje. La propuesta resultó novedosa e innovadora para el contexto de pandemia, según opinión del 94 % de los estudiantes. Además, más del 87 % de los alumnos afirmó que siempre la innovación fue motivadora, promovió su creatividad, favoreció al desarrollo de sus competencias para el manejo del tiempo, favoreció el desarrollo de sus competencias para la organización del trabajo individual y grupal, de sus habilidades de reflexión, y de sus competencias para generar juicios críticos (el 13 % consideró que fue frecuentemente). El 100 % de los estudiantes opinó que la iniciativa implementada desarrolló sus habilidades para el aprendizaje autónomo. Al 75 % de los estudiantes le hubiera agradado disfrutar de un tiempo mayor en las actividades. El 100% de los estudiantes opinó que la docente brindó siempre los recursos y el apoyo pedagógico necesarios para el desarrollo de las actividades, informando clara y oportunamente los criterios de evaluación en las instancias de evaluación y suministrando una retroalimentación adecuada.

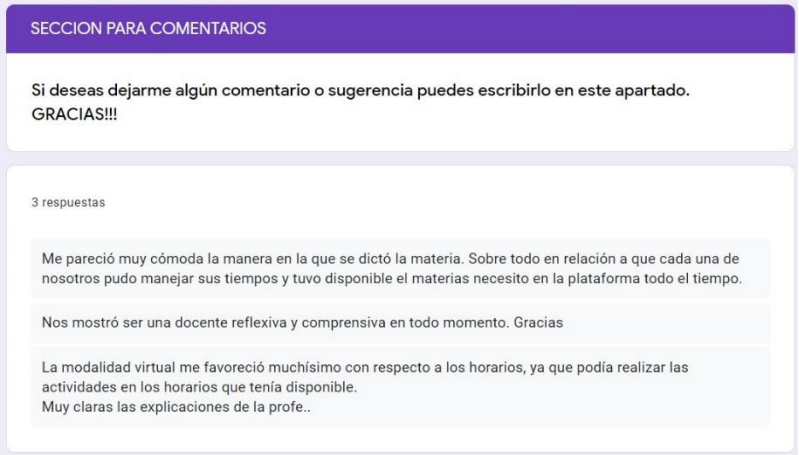
- Respecto a los videos teóricos elaborados o seleccionados especialmente por el profesor, el 100 % de los estudiantes opinó que siempre tuvieron contenidos claros y suficientes, que contribuyeron positivamente a sus aprendizajes, y que les fueron útiles en ese formato al poder reproducirlos cuando quisieran y todas las veces que lo desearan.

- Respecto a los foros de sociabilización de resultados, el 81 % de los estudiantes opinó que siempre dialogar con sus compañeros en los foros contribuyó positivamente a su aprendizaje, y favoreció el desarrollo de sus habilidades de colaboración y de resolución de conflictos (el 19 % respondió frecuentemente).

En la zona para ingreso de comentarios se registraron tres contribuciones que se muestran en la Figura 1. Puede apreciarse allí que las valoraciones fueron positivas.

Fig. 1. Comentarios ingresados por algunos estudiantes de la cohorte 2020.

Los resultados presentados y analizados en este artículo, tanto de las



instancias evaluadas como del procesamiento de las opiniones encuestadas, permiten asegurar que la experiencia resultó altamente positiva. Las innovaciones introducidas permitieron mitigar el impacto de la pandemia en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de los estudiantes que cursaron la asignatura Criptografía en las carreras Licenciatura en Sistemas de Información y Licenciatura en Matemática, de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías en la Universidad Nacional de Santiago del Estero (Argentina), en los años 2020 y 2021. Cabe agregar que la presente innovación fue transferida a otras asignaturas de informática donde la autora se desempeña como profesora, obviamente realizando los ajustes necesarios en logros de aprendizaje, temáticas, grupo de estudiantes, plazos temporales, etc. Es de destacar que esta

experiencia podría ser transferible a otros docentes de esta u otras instituciones educativas.

La iniciativa demandó muchas horas de trabajo del profesor, tanto para el diseño como para la implementación, y también en el seguimiento de las acciones efectuadas por los estudiantes. Sin embargo, generó muy buenos resultados a nivel académico, con excelentes valoraciones por parte de los estudiantes involucrados, tal como surge de los indicadores analizados.

Además, se juzga oportuno resaltar el alto impacto de este trabajo, plasmado en el aula virtual de la asignatura a través de numerosos recursos producidos por el docente y por los estudiantes, a saber:

- 12 recursos audiovisuales (videos) de contenido teórico-práctico elaborados por el equipo cátedra
- 13 recursos audiovisuales (videos) de contenido teórico elaborados por terceros (con licencia Creative Commons)
- 16 infografías generadas por los estudiantes
- 16 recursos audiovisuales (videos) generados por los estudiantes
- 4 encuentros remotos mediante la plataforma JITSI MEET para clases
- 4 cuestionario Moodle (2 para parciales y 2 para recuperatorios)
- 3 encuentros remotos para evaluaciones (2 parciales y 1 recuperatorio)
- 4 foros de consulta de dudas en aula virtual (uno por unidad temática)
- 4 archivos en formato pdf (enunciados de cada uno de los 4 trabajos prácticos)
- 4 foros de sociabilización de resultados (uno por trabajo práctico) con tantos hilos de diálogo en cada uno como ejercicios contenía en trabajo práctico
- 1 carpeta Google Drive, con enlace de acceso desde aula virtual, conteniendo material de estudio (e-books)

Para finalizar, cabe resaltar los sentimientos de satisfacción y la motivación que despertó esta innovación curricular en todos los actores involucrados, quienes además pudieron alcanzar exitosamente sus logros de enseñanza y de aprendizaje en un camino de virtualidad total nunca transitado.

En la actualidad, con la intención de generar un nuevo cambio positivo en la planificación curricular, se están desarrollando recursos educativos abiertos (REA) del tipo objetos de aprendizaje, específicos para las diferentes temáticas de la asignatura. La planificación que se

obtenga al sumar a la presente propuesta estos recursos será validada con las cohortes de estudiantes del próximo año.

Referencias

Area-Moreira, M., Bethencourt-Aguilar, A., & Martín-Gómez, S. (2020). De la enseñanza semipresencial a la enseñanza online en tiempos de Covid19. Visiones del alumnado. Revista Campus Virtuales, 9(2), 35-50.

Castro, M., Paz, M., & Cela, E. (2020). Aprendiendo a enseñar en tiempos de pandemia COVID-19: nuestra experiencia en una universidad pública de Argentina. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 14(2), e1271.

Del Río, L., Knopoff, P., Boero, E. & Ciliberti, L. (2020). Innovación e improvisación en el marco de la pandemia de COVID-19: relato de una experiencia. Trayectorias Universitarias, 6(10), e020.

Moreno-Correa, S.M. (2020). La innovación educativa en los tiempos del Coronavirus. Salutem Scientia Spiritus, 6(1), pp. 14-26.

Llorens-Largo, F., Villagrá-Arnedo, C., Gallego-Durán, F., & Molina-Carmona, R. (2021). CoVId-proof: cómo el aprendizaje basado en proyectos ha soportado el confinamiento. Revista Campus Virtuales, 10(1), 73-88.

Comparación de tres métricas de lecturabilidad para inglés como idioma extranjero

Adelina Escobar Acevedo, Josefina Guerrero García
Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
adeesa32@gmail.com, josefina.guerrero@correo.buap.mx

Resumen. Seleccionar lecturas para estudiantes de idiomas es una tarea compleja que considera múltiples factores como el uso de vocabulario común, la coherencia del texto, la longitud del texto, entre otros. Para realizar la selección de forma automática, por ejemplo, en los Sistemas Tutores Inteligentes, es necesario establecer criterios claros. Este trabajo presenta la comparación de tres métricas de lecturabilidad disponibles vía web para determinar la complejidad de los textos en inglés como idioma extranjero. Concluye que FKGL, TAWC y RDL2 no son redundantes y RDL2 es la que considera más rasgos importantes para la adquisición de un segundo idioma.

Palabras Clave: Métricas de Lecturabilidad, Lectura de Comprensión en Inglés, Sistemas Tutores Inteligentes.

7 Introducción

La lectura es una tarea compleja que requiere desde habilidades de bajo nivel como la decodificación hasta habilidades de alto nivel como la interpretación. La lectura en idioma extranjero agrega desafíos, por ejemplo, el desconocimiento de vocabulario, gramática diferente y contextos nuevos. Ya sea para entornos monolingües o para la adquisición de un segundo idioma, en concordancia con la conocida Zona de Desarrollo Proximal (ZPD) los materiales no deben ser demasiado complejos ni demasiado fáciles (Vygotsky, 1978).

La selección del material de lectura no es una tarea trivial; los criterios humanos son poco claros para describir las características de un texto fácil o uno complejo. En este sentido, los docentes confían en su experiencia y en las particularidades de sus alumnos para seleccionar los textos adecuados a su nivel de conocimiento o bien que les presenten un reto en el aprendizaje. Sin embargo, los criterios para asignar un grado de complejidad a un texto deben ser explícitos para poder ser usados de forma automática en herramientas web o en Sistemas Tutores Inteligentes.

Algunas herramientas web permiten subir textos candidatos y regresan información para facilitar la toma de decisiones sobre el material a utilizar. Cada herramienta ofrece información diferente, en general los datos básicos incluyen número de palabras y oraciones totales, algunas muestran una lista de palabras sugeridas o datos técnicos como porcentaje de cohesión del texto. La clasificación por niveles de idioma es particularmente útil. Una de las escalas más utilizadas es la del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (CEFR), el cuál divide las competencias en niveles incrementales del A1 al C2 (Instituto Cervantes, 2002), y el IELTS que es una certificación de inglés (Council, 2015). Cabe mencionar, que académicamente existe diferencia entre inglés como segundo idioma (ESL) e inglés como idioma extranjero (EFL).

Las métricas de lecturabilidad son una referencia de la complejidad del texto, constituyendo un recurso valioso para docentes, editores, creadores de contenido, entre otros. Su principal intención es verificar que el material sea adecuado para el público objetivo, sin embargo, existen cientos de métricas, principalmente para lectura en inglés como idioma nativo.

El resto del documento está organizado de la siguiente forma, en la segunda sección se mencionan tres factores para la lecturabilidad. La tercera sección presenta trabajos relacionados a las métricas de lecturabilidad. La cuarta indica el método aplicado para localizar herramientas web. La quinta sección muestra los resultados de aplicar las métricas para segundo idioma a un conjunto de textos y la comparación entre ellas. Por último, se presenta la discusión y trabajo futuro.

8 Factores que influyen en la lecturabilidad

La lecturabilidad trata de describir la relación entre el texto y el esfuerzo del lector para comprenderlo, se refleja en la asignación de un valor (Liu, 2020). Son múltiples los factores que determinan la lecturabilidad de un texto, en esta sección indicamos tres: palabras de contenido, familiaridad del vocabulario y cohesión.

El vocabulario influye no sólo por su conocimiento o desconocimiento (Zarobe y Zarobe, 2019), sino también por su concreción (Morett,

2019); que se refiere al proceso de concretar. Uno de los criterios en el vocabulario consiste en determinar la cantidad de palabras de contenido, es decir aquellas palabras que son significativas y evocan imágenes mentales que son fáciles de procesar y entender; por ejemplo: sustantivos, verbos, adjetivos y adverbios. Los conceptos abstractos son difíciles de representar visualmente, por ello, son más difíciles de entender. (McNamara et al., 2014).

También relacionado al vocabulario, se encuentra la familiaridad de las palabras. Acorde a la ley de Zipf (1949) existe una pequeña cantidad de palabras muy frecuentes y por lo tanto muy conocidas y una gran cantidad de palabras que aparecen en los textos sólo una vez. La frecuencia de las palabras en el idioma es otro criterio para considerar en la lecturabilidad. Como referencia, existen bases de datos con las palabras más frecuentes de algunos idiomas, por ejemplo la base CELEX (Burnage, 1990)

En relación al texto, la cohesión significa que las oraciones tienen relación entre sí y es particularmente importante para estudiantes de idioma extranjero (Biler, 2018). Una forma de representarla es por sobreposición de vocabulario entre oraciones. Para obtener la sobreposición, se considera cada par de oraciones y se cuentan las palabras que aparecen en ambas. La proporción se determina considerando el número de palabras de las oraciones entre la longitud de la oración, así, si en un par de oraciones con pocas palabras, aparecen dos palabras sobrepuestas, la proporción es mayor que en un par de oraciones con muchas palabras y dos sobrepuestas (Graesser et al., 2017).

Los criterios enlistados, son sólo una parte de los factores considerados por los docentes al seleccionar su material. Cada métrica considera diferentes factores:

8.1 Flesch Kincaid Grade Level

Todas las herramientas revisadas en este trabajo la incluyen, incluso es parte de las estadísticas de Word; su popularidad recae en la facilidad para obtenerla como se aprecia en la ecuación 1, basta con contar el número de sílabas, palabras y oraciones. Se abrevia comúnmente como FKGL.

$$FKGL = .39\left(\frac{número\ de\ palabras}{número\ de\ oraciones}\right) + 11.8\left(\frac{número\ de\ sílabas}{número\ de\ palabras}\right) - 11.59 \quad \textbf{(1)}$$

Fue creada para lectura monolingüe por la Marina de Estados Unidos con la intención de predecir el grado de estudios que debe tener el lector para comprender el texto. Esta métrica establece una relación con la escolaridad americana. La escala va del 1 al 18, en la práctica pocos textos obtienen valores de 1 a 3, equivalente a maternal, los grados del 3 al 12 corresponden de preescolar a bachillerato, y del 13 en adelante a grados universitarios.

8.2 TAWC

Es un índice utilizado por la herramienta Text Analyzer. A mayor valor, mayor complejidad. Aunque la fórmula no está publicada, la herramienta indica considerar la longitud de la palabras y oraciones, similar a FKGL. Sin embargo, asegura integrar un factor de complejidad del lenguaje, para ello, cada palabra del texto se busca en una lista con las 10,000 palabras más frecuentes del idioma inglés, una vez ubicada en la lista, se obtiene la posición de la frecuencia. De esta forma asigna un grado de complejidad a cada palabra del texto para finalmente determinar de forma global la 'complejidad de vocabulario', a la cual para este trabajo abreviamos TAWC (*Text Analyzer Word Complexity*). Establece una relación entre los niveles de idioma del Marco Común Europeo y los rangos de complejidad de vocabulario.

8.3 RDL2

Obtenida de Coh-Metrix, intenta predecir la legibilidad de los textos para lectores de idioma extranjero. A mayor valor, más fácil es de leer el texto. Esta medida no cuenta la longitud de palabras y oraciones, pero si considera la frecuencia del vocabulario utilizando la base CELEX. La fórmula se muestra en la ecuación 2.

$$RDL2 = -45.032 + (52.230CRFCWO1) + (61.306SYNSTRUT) + (22.205\text{WRDFRQmc}) \quad \textbf{(2)}$$

Acorde a la documentación de Coh-Metrix, CRFCWO1 es la proporción media local de la superposición de palabras de contenido en oraciones adyacentes. SYNSTRUT es la similitud sintáctica media entre oraciones adyacentes. Estos dos factores son representativos de la cohesión del texto y WRDFRQmc, la frecuencia mínima promedio de palabras de contenido en la base de datos CELEX, lo que representaría la complejidad del vocabulario.

Las métricas de lecturabilidad han sido por sí mismas objeto de estudio, pero también conforman la base de varias investigaciones. La siguiente sección es una muestra de cómo los autores han utilizado las métricas en sus trabajos.

9 Estado del Arte

Las aplicaciones de las métricas de lecturabilidad incluyen la comparación de libros de texto de inglés, evaluación de resúmenes de estudiantes, construcción de clasificadores automáticos entre otros.

Crossley et al. (2011) utiliza FKGL, Flesch Reading Ease (FRE) y RDL2 para predecir el nivel de simplificación de los textos, el conjunto utilizado proviene de la misma fuente que los textos utilizados en este trabajo y se detalla más en la sección 5. Concluye que RDL2 es mejor diferenciador.

Zhang (2016) utilizó las métricas disponibles en Coh-Metrix para comparar dos libros de texto para enseñanza del idioma inglés en China. Consideró conteo de oraciones, palabras y párrafos, la cantidad de palabras de contenido, las tres métricas de lecturabilidad de Coh-Metrix entre otros, conformando veintiún atributos en total. Sin embargo, se refiere únicamente a la métrica FKGL para determinar el grado de los textos.

Khodadady y Mehrazmay (2017) evalúan libros para EFL y ESL de nivel intermedio superior con métricas de lecturabilidad. En este caso utilizó FRE y la entonces métrica CMES de Coh-metrix para lecturabilidad de inglés en segundo idioma. Concluyen que para textos en ESL existe una fuerte correlación entre ambas al grado de ser intercambiables, pero no así para textos en EFL.

Cárcamo Morales (2020) analiza los libros de texto para enseñanza del inglés en Chile para décimo, décimo primer y décimo segundo grados. Además de los textos, incluye las preguntas. Usa las tres métricas de lecturabilidad incluidas en Coh-Metrix (RFGL, FRE y RDL2) que concuerdan en que el texto para décimo primer grado es más complejo que los otros dos.

Gizatulina et al. (2020) analizan 66 textos con dos herramientas: Text Inspector y Coh-Metrix con la intención de determinar si los textos son incrementales en dificultad, al obtener información determinan que existen diferencias entre información básica como conteo de palabras y comparan los resultados arrojados por ambas. Las métricas utilizadas fueron FKGL y RDL2 (llamada por los autores CML2 en referencia a Coh-Metrix L2). Concluyen que el incremento de complejidad en los textos no es lineal.

Kurdi (2020) reúne textos etiquetados con los niveles A1, A2 y B1 de sitios web para la enseñanza de inglés para construir un clasificador automático. Utiliza 118 atributos incluyendo siete métricas de lecturabilidad: Log, FKGL, Dale-Chall, FORCAST, Spache, Coleman-Liau y ARI. Presenta una tabla con la correlación de Pearson entre las métricas para determinar su redundancia. No incluye RDL2.

Solnyshkina et al. (2017) realizaron un estudio utilizando T.E.R.A, una herramienta para medir la complejidad de los textos por medio de cinco parámetros: narratividad, simplicidad sintáctica, concreción del vocabulario, cohesión referencial y cohesión profunda. Para ello seleccionaron ocho textos con valores similares de FKGL. Como resultado, indica que los parámetros son útiles para seleccionar textos para audiencias específicas. Sin embargo, no encontraron correlación entre FKGL y la cohesión, aunque sí hubo una fuerte correlación entre la métrica y la concreción del vocabulario.

Li et al. (2018) hacen un análisis para determinar la complejidad de textos escritos por 293 alumnos de secundaria. Incluye 19 medidas de Coh-Metrix, incluyendo FKGL y RDL2. En este caso, FKGL es un predictor significativo mientras RDL2 no lo es.

Nahatame (2020) ubica a RDL2 como mejor predictor que FKGL para determinar la dificultad del texto ante estudiantes de inglés como idioma extranjero. Para ello, hace un estudio de seguimiento de movimientos oculares con cuarenta estudiantes universitarios

japoneses. Este tipo de estudios indican que, a mayor complejidad del texto, mayor es el número de fijaciones y su duración.

Cada uno de los trabajos utiliza métricas para distintos fines, incluyendo una serie de atributos adicionales. Es arriesgado utilizar las métricas como criterio único sin comprender los factores que considera dicha métrica para asignar un valor al texto. Por ello, en la siguiente sección, se buscó información sobre los criterios considerados para la lecturabilidad de un texto en inglés cuando va a ser utilizado por estudiantes no nativos.

10 Método

El método está dividido en dos fases, la primera consiste en identificar herramientas web de análisis de texto para EFL y la segunda consiste en utilizar un conjunto de textos para probar las métricas de lecturabilidad que utilizan dichas herramientas para encontrar similitudes y diferencias.

Para la primera fase para identificar herramientas web, se utilizaron Google, Bing y DuckDuckGo, buscadores populares en una emulación de cómo lo realizaría un docente. Las palabras clave se acotaron tres veces conforme a la cantidad de resultados y la utilidad de estos.

La primera búsqueda utilizando las palabras clave "text" and "analyzer" arrojó varias herramientas en los primeros lugares, pero la inspección manual indicó análisis superficiales de conteo de caracteres, sílabas, palabras y oraciones, además de listar palabras más frecuentes y otros datos sencillos del texto. La segunda búsqueda con las palabras clave "readability" and "analyzer" pretendió limitar las opciones a aquellas herramientas que incluyeran alguna medida de lecturabilidad. La tercera búsqueda, con palabras clave "readability" and "english" and "second" and "language" and "analyzer" y substituyendo "second" por "foreing" con intención de encontrar sólo páginas de métricas para inglés como segundo idioma e idioma extranjero, pero arrojó principalmente artículos académicos. Así, la herramienta Coh-Metrix, se obtuvo de estos artículos.

Una vez identificadas las herramientas web de análisis de textos, se probó cada una con al menos un texto para observar el tipo de resultados proporcionados, en esta fase se conservaron únicamente

las que proveen alguna métrica de lecturabilidad. De ellas se extrajeron las métricas usadas para ESL y EFL.

El siguiente paso fue seleccionar un conjunto de textos y verificar si las métricas coinciden en asignar los mismos niveles de lecturabilidad en todos los documentos, para ello, se obtuvo la correlación de Pearson de los resultados. Se investigó en la literatura cómo se calculan los valores mostrados en las herramientas a fin de realizar una breve discusión. En la siguiente sección muestra los resultados.

11 Resultados

La Tabla 1 indica las herramientas web y las métricas que calculan. Se puede observar que, a pesar de proveer mucha información, las métricas no son específicas para ESL o EFL, en su mayoría son para lectura monolingüe en inglés.

Tabla 4. Ejemplo de herramientas web y las métricas incluidas.

Título	URL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Online-Utility	https://www.online-utility.org/	x	x	x	x	x	x				
Datyze	https://datayze.com/	x		x		x	x	x	x		
Readable	https://app.readable.com/	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Readability F	https://readabilityformulas.com/	x	x	x	x	x			x		
Text Inspector	https://textinspector.com/	x		x			x				
UsingEnglish	https://www.usingenglish.com/resources/text-statistics/	x	x	x	x	x	x		x		
GSE teacher Toolkit	https://www.english.com/gse/teacher-toolkit/user/textanalyzer	x	x	x	x	x			x	x	

Text Analyzer	http://www.roadtogrammar.com/				x	x x
Coh-Metrix	http://cohmetrix.com/		x	x	x	

Métricas incluidas en la herramienta*: 1: Gunning Fog index, 2: Coleman Liau, 3: FKGL, 4: ARI (Automated Readability Index), 5: SMOG, 6: FRE, 7: Fry Readability Grade Level, 8: Otras,* Niveles de idioma: *9: CEFR, 10: IELTS*

La herramienta Text Inspector se descartó para este trabajo debido a que no arroja un valor definitivo de lecturabilidad, aunque presenta un análisis de cada palabra indicando el porcentaje de vocabulario perteneciente a cada nivel del CEFR. De forma similar, Readable y GSE teacher no indican cómo calcularon el nivel de idioma del texto conforme a CEFR. De la inspección de las herramientas se eligieron Text Analyzer y Coh-Metrix.

Text Analyzer (roadtogrammar.com, 2021) proporciona los datos: número de palabras, longitud promedio de la oración, longitud promedio de las palabras, complejidad del vocabulario, nivel CEFR e IELTS y una lista de palabras sugeridas para aclarar durante la lectura. Si el usuario lo requiere, también obtiene la definición de las palabras sugeridas tipo glosario.

Coh-Metrix (Graesser et al., 2017) es una robusta herramienta de análisis de textos. El usuario puede subir un texto de hasta quinientas palabras y obtener alrededor de 100 métricas incluyendo desde rasgos sencillos como el conteo de palabras, oraciones y párrafos, hasta datos más sofisticados como índices de cohesión. También incluye tres métricas de lecturabilidad: FKGL, FRE y RDL2.

En la práctica varias páginas para maestros de ESL y EFL sugieren utilizar métricas creadas para inglés monolingüe, específicamente FKGL, por ello se incluyó FKGL en el experimento. Así se determinó que la segunda fase se probaría con FKGL, TAWC y RDL2.

Para la segunda fase, con la intención de obtener las métricas para un conjunto de textos, se utilizó un fragmento del corpus OneStopEnglish (Vajjala y Lucic, 2018). El corpus viene dividido en tres niveles avanzado, intermedio y básico. Se seleccionaron los diez primeros documentos en orden alfabético del nivel avanzado.

La Tabla 3 muestra los valores en RDL2, TAWC y FKGL, ordenados por la primera columna.

Tabla 5. Métricas obtenidas en diez textos del corpus OneStopEnglish.

Nombre del archivo	RDL2	TAWC	FKGL
Brazil-adv.txt	5.249	1980	12.754
Amsterdam-adv.txt	7.009	2057	13.227
Bolivia-adv.txt	7.341	2496	14.665
Amazon-adv.txt	7.656	2260	11.055
Arctic mapping-adv.txt	8.005	1897	13.91
Bonus pay-adv.txt	8.645	**1764**	14.482
Banksy-adv.txt	9.993	1817	12.303
Billionaires-adv.txt	12.423	1953	12.973
Blackberry-adv.txt	13.481	1775	**9.701**
Anita-adv.txt	**14.129**	2146	10.527

Del conjunto de datos, el texto más sencillo acorde a RDL2 es "Anita-adv.txt", si se toma TAWC entonces es "Bonus pay-adv-txt" y si se considera FKGL la elección sería "Blackberry-adv.txt". Estas inconsistencias son esperadas ya que cada métrica está considerando diferentes factores. Para demostrarlo, se obtuvo el índice de correlación de Pearson entre ellas. Comparando FKGL con TAWC, r=0.133315. La correlación entre la TAWC y RDL2 es r=-0.26705. Se observa una débil relación lineal entre las métricas.

La débil correlación entre las tres métricas indica que no son redundantes pues cada una integra nuevos elementos para evaluar los textos, para explicarlo basta observar qué se considera en cada una: FKGL toma el número de sílabas, palabras y oraciones, la idea se basa en que a mayor longitud mayor complejidad. Si bien esto no es verdadero en todos los casos, es una forma práctica de aproximar un valor. TAWC además de número de palabras y oraciones también extrae la posición del vocabulario en una lista de 10,000 palabras frecuentes, asignando con ello un nivel de complejidad. La idea

también es sencilla, mientras más frecuente la palabra, más conocida es, en cambio a menor frecuencia mayor complejidad. Finalmente, RDL2 no toma en cuenta el número de palabras y oraciones, pero si la frecuencia en una lista de 17.9 millones de palabras, además considera la cantidad de palabras de contenido y la cohesión entre oraciones, si éstos índices son altos entonces el texto es más fácil de comprender.

12 Discusión

La literatura menciona que las métricas de lecturabilidad no deben considerarse como único elemento para elegir textos de trabajo para los estudiantes. Sin embargo, resultan en un apoyo importante para los docentes. Es interesante que la métrica FKGL es popular principalmente por su facilidad para obtenerla y comprenderla. En cambio, la métrica RDL2 que incluye cohesión, reportada en la literatura como uno de los rasgos importantes en la adquisición de un segundo idioma, es más compleja, pero también más confiable y mejor predictor experimentalmente.

En cuanto a las herramientas Text Analyzer muestra la lista del vocabulario recomendado con sus definiciones y el nivel CEFR e IELTS, sin embargo, Coh-Metrix muestra más medidas que contribuyen en la toma de decisiones, por ejemplo, índices de narratividad, palabras de contenido, cohesión entre otros. El uso de ambas herramientas es conveniente.

A forma de resumen, en este trabajo se presentaron tres métricas de lecturabilidad que se usan para inglés como idioma extranjero obtenidas de herramientas web. Las tres métricas se aplicaron a un conjunto de textos y se obtuvo su correlación. Los resultados muestran una correlación débil entre ellas correspondiente a la diferencia de información que se utiliza.

Agradecimientos. Este trabajo fue realizado bajo el apoyo 235249 de CONACYT.

Referencias

Biler, A. (2018). *The Role of Cohesion in Second Language Reading Comprehension*. University of South Carolina.

Burnage, G. (1990). *CELEX A GUIDE FOR USERS*. Centre for Lexical Information.

Cárcamo Morales, B. (2020). Readability and types of questions in Chilean EFL high school textbooks. *TESOL Journal*, *11*(2), 1–15. https://doi.org/10.1002/tesj.498

Council, B. (2015). *IELTS* (p. 8). https://www.ielts.org/-/media/publications/information-for-candidates/ielts-information-for-candidates-spanish.ashx

Crossley, S., Allen, D., y McNamara, D. (2011). Text readability and intuitive simplification: A comparison of readability formulas. *Reading in a foreign …*, *23*(1), 84–101.

Gizatulina, D., Ismaeva, F., Solnyshkina, M., Martynova, E., y Yarmakeev, I. (2020). Fluctuations of text complexity : the case of Basic State Examination in English. *SHS Web of Conferences*, *88*.

Graesser, A. C., McNamara, D. S., y Louwerse, M. M. (2017). *Coh-Metrix*. http://cohmetrix.com/

Instituto Cervantes. (2002). Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: aprendizaje, enseñanza, evaluación. En *Instituto Cervantes*. http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/marco/default.htm

Khodadady, E., y Mehrazmay, R. (2017). Evaluating two high intermediate efl and esl textbooks : a comparative study based on readability indices. *Sociology International Journal*, *1*(3). https://doi.org/10.15406/sij.2017.01.00016

Kurdi, M. Z. (2020). Text Complexity Classification Based on Linguistic Information: Application to Intelligent Tutoring of ESL. *Journal of Data Mining & Digital Humanities*, *2020*. http://arxiv.org/abs/2001.01863

Li, H., Gobert, J., Dickler, R., y Morad, N. (2018). Students' Academic Language Use When Constructing Scientific Explanations in an Intelligent Tutoring System. *Conference on Artificial Intelligence in Education*, 267–281. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93843-1_20

Liu, Y. (2020). *Assessing text readability and quality with language models*. University of Helsinky.

McNamara, D. S., Graesser, A. C., McCarthy, P. M., y Cai, Z. (2014). Coh-Metrix Measures of Text Readability and Easability. En *Automated*

Evaluation of Text and Discourse with Coh-Metrix (pp. 78–95). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511894664.007

Morett, L. M. (2019). The Power of an Image: Images, Not Glosses, Enhance Learning of Concrete L2 Words in Beginning Learners. *Journal of Psycholinguistic Research*, *48*(3), 643–664. https://doi.org/10.1007/s10936-018-9623-2

roadtogrammar.com. (2021). *Text Analyzer*. http://www.roadtogrammar.com/textanalysis/

Solnyshkina, M. I., Zamaletdinov, R. R., Gorodetskaya, L. A., y Gabitov, A. I. (2017). Evaluating Text Complexity and Flesch-Kincaid Grade Level Marina I. Solnyshkina 1 , Radif R. Zamaletdinov 2 , Ludmila A. Gorodetskaya 3 & Azat I. Gabitov 4. *Journal of Social Studies Education Research*, *8*(3), 238–248.

Vajjala, S., y Lucic, I. (2018). OneStopEnglish corpus : A new corpus for automatic readability assessment and text simplification. *Proceedings of the thirteenth workshop on innovative use of NLP for building educational applications*, 297–304. https://www.aclweb.org/anthology/W18-0535/

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental processes*. E. Rice, Ed & Trans.

Zarobe, Y. R. De, y Zarobe, L. R. De (Eds.). (2019). *La lectura en lengua extranjera*. Ediciones Octaedro.

Zhang, R. (2016). A Coh-Metrix Analysis of Two Textbooks: Successful English for Vocational Colleges and Vocational College English (An Integrated Skills Course). *US-China Foreign Language*, *14*(5), 351–356. https://doi.org/10.17265/1539-8080/2016.05.004

Zipf, G. K. (1949). *Human behavior and the principle of least effort: an introduction to human ecology*. Addison-Wesley Press.

Sistema Educativo Multimedia para el desarrollo de habilidades cognitivas para la solución de un sistema de ecuaciones de dos variables

Eugenia E. Vera Cervantes, Rosa I. Flores Ramos, Josefina Guerrero García
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), Puebla, México
{eevclibra, floresramos3ri, joseguga01}@gmail.com

Resumen. Es clara la diversidad de los alumnos en conocimientos y habilidades para la solución de sistemas de ecuaciones, así como hay estudiantes que de inmediato comprenden, hay estudiantes que pasa mucho tiempo para que puedan mostrar capacidad para resolver un ejercicio. La solución es ser capaz de atender la diversidad, entonces el potencial de las TIC puede favorecer en diversas formas los procesos de autoaprendizaje y posibilitar distintas modalidades educativas. El propósito de este artículo es presentar el diseño y desarrollo de un Sistema multimedia con base en patrones de diseño que permite el diagnóstico del aprendizaje en la solución a un sistema de ecuaciones de dos variables, utilizando herramientas tecnológicas como material didáctico, software educativo y en general innovación educativa que permita la mejora continua del aprendizaje colaborativo a distancia bajo el modelo de aprendizaje constructivista.

Palabras Clave: Sistema de ecuaciones de dos variables, Sistema Educativo, Multimedia, Ingeniería Web.

1 Introducción

En general necesitamos mejorar la solución de problemas matemáticos aplicados a la vida real, los resultados de las pruebas ENLACE (actualmente PLANEA) y PISA (Programa Internacional para la Evaluación de los Alumnos) (Secretaría de Educación Pública), nos demuestran que la mayoría de los y las jóvenes, "no tiene potencial para realizar actividades de alta complejidad cognitiva, científicas u otras" (INEE, 2019). Y desde el año 2007 representantes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en México (como Blanca Rubio) (Diario la Jornada, 2007), han opinado sobre qué fuerza laboral tendrá nuestro país: "Un porcentaje alto no tiene los requisitos mínimos indispensables para desempeñar tareas productivas o para seguir adelante en sus estudios; "no podrá realizar más allá de las labores mecánicas asociadas a la fuerza física".

Ante esta situación el sistema educativo oficial ha realizado reformas en las cuales se incluye el uso de las tecnologías de la información. Sin embargo, la mayoría de esas constan solamente de software para presentar información y conocimiento, dejando un papel pasivo al sujeto cognoscente. Este rol no le permite practicar y adquirir las habilidades cognitivas necesarias para poder tener el llamado pensamiento complejo.

Por otro lado, se observa que independientemente del profesor que imparte estos cursos de matemáticas, existen estudiantes que han logrado aprender a resolver ecuaciones y de la misma forma existen estudiantes que no logran entender los temas, que comúnmente son los estudiantes que reprueban. Así, de los alumnos aprobados, en muchas ocasiones, sus calificaciones son muy bajas y en los cursos avanzados se refleja en la no acreditación de estos, que comúnmente dan por sentados los conocimientos anteriores. Es evidente la existencia de una diferencia marcada entre cada profesor que imparte la materia, por lo que hemos afirmado que el estilo docente no se relaciona de manera significativa con el rendimiento académico de los alumnos, es por ello que resulta necesario apoyar al estudiante en el contexto del aprendizaje autónomo como proceso individual que depende del trabajo, de los hábitos de estudio y de las estrategias del alumno.

Por esta razón, el propósito de este trabajo es proporcionar un proceso de enseñanza que amplíe y mejore el repertorio de estrategias, para que cada alumno adelante el proceso de aprendizaje de manera autónoma, logrando el desarrollo de habilidades cognitivas para resolver un sistema de ecuaciones de dos variables. Mediante un Sistema Multimedia ayudar al estudiante a participar activamente, y al mismo tiempo que desarrolla ciertas habilidades cognitivas en estas áreas de matemáticas.

El documento está conformado y organizado de la siguiente manera: en la sección 2, encontramos la fundamentación teórica del modelo de Bernad (ESEAC) con el que se basaron las estrategias de aprendizaje autónomo del Sistema educativo, problemas en la solución de un sistema de ecuaciones, la explicación del concepto de constructivismo, la conceptualización de aprendizaje autónomo y multimedia; en la sección 3, se describe el diseño y desarrollo del Sistema educativo multimedia para el aprendizaje autónomo de

ecuaciones de dos variables y finalmente en la sección 4, tenemos las conclusiones y trabajos futuros.

2 Marco Teórico

En este apartado desarrollamos la fundamentación teórica que se utilizó para realizar el diseño y desarrollo del Sistema Educativo Multimedia para el apoyo del aprendizaje autónomo de la solución de sistemas de ecuaciones de dos variables.

2.1 Dimensiones de la Escala de Estrategias de aprendizaje contextualizado (ESEAC)

Las estrategias de aprendizaje son entendidas como los procesos intencionales (conscientes) que permiten utilizar las estrategias cognitivas para alcanzar una determinada meta o tarea de aprendizaje, de esta forma el estudiante lleva a cabo un conjunto de operaciones mentales en una secuencia determinada (Crispín, 2011). Algunas estrategias de aprendizaje son: abstracción, mapa conceptual y solución de problemas, por mencionar algunos ejemplos.

Las estrategias de aprendizaje contextualizado de Bernad trabajan con la parte: cognitiva, estratégica y contextualizada, aunque su objetivo es proporcionar al profesor criterios e instrumentos que le sirvan para conocer adecuadamente lo que sus alumnos han aprendido. Este trabajo considera las dimensiones del aprendizaje contextualizado para desarrollar las estrategias de aprendizaje autónomo (Vera, 2017), en donde la actividad es una actividad de utilidad.

El Primer factor de contextualización es el nivel académico del alumno. El constructivismo clásico piagetano, debidamente traducido en sus correlatos cognitivos y completado con las aportaciones de los modelos de procesamiento de información, proporciona una directriz básicamente esclarecedora que ayuda a determinar "que se puede exigir" y, por tanto, "de que hay que evaluar" al alumno según se encuentre en uno y otro nivel académico (Bernad, 2007).

Las estructuras de Piaget – pensamiento sensomotor, preoperacional, concreto y formal- equivalen a macro estrategias que por sí solas sirven a modo de hitos psicológicamente significativos para esclarecer y dirigir el proceso de aprender.

El segundo factor de contextualización se relaciona con la especificidad de los contenidos curriculares (Bernad, 2007). El modelo se fundamenta en la concepción del aprendizaje cognitivo-constructivista y se desglosa en 7 dimensiones del proceso de aprender, 8 estrategias y 3 niveles de ejecución:

a) Dimensiones: En la Dimensión I el estudiante se ve obligado a utilizar sus conocimientos previos, planificar su actividad y ejecutarla paso a paso. La Dimensión II se relaciona con que el estudiante debe hacer uso de los distintos códigos con los que la mente se representa los contenidos que procesa. La Dimensión III tiene que ver con que el estudiante debe razonar para conectar los distintos datos que intervienen en el proceso de pensar y de aprender. La Dimensión IV cubre el que tanto respeta determinadas reglas para no equivocarse o evitar los errores. Puede realizar los anteriores procesos a nivel muy distinto de abstracción, desde los niveles más simples de procesar los datos hasta los más complejos (Dimensión V). También hacer uso de sus experiencias anteriores como aprendiz, de su metaconocimiento (Dimensión VI). Podrá activar en muy diversos grados su motivación para el aprendizaje y controlar la ansiedad (Dimensión VII).
b) Estrategias. Cada una de ellas representa un producto o meta parcial y diferente claramente objetivable dentro de cada dimensión.
c) Variables. Estas variables miden lo que sabe el alumno y las limitaciones.
d) Nivel de ejecución dentro de cada variable. En cada una de las variables, la competencia del alumno, admite distintos niveles o grados.

2.2 Paradigma Constructivista

La fuerza del enfoque constructivista surge de las ideas de Piaget, Brunner, Gagné, Vigotsky, Ausebel, de los trabajos de Coll en 1985-

1989 y de la reforma curricular establecida en España en 1989 (Ganem, 2013). Este enfoque consiste en que la enseñanza se forma por el alumno, en la participación continúa con los objetos en el conocimiento, intercambios sociales y la motivación. El conocimiento parte de la idea previa en el origen para el conocimiento nuevo, siendo este esencialmente activo. El constructivismo es entendido como un conjunto de concepciones sobre el aprendizaje, que provienen de dos teorías básicas del desarrollo cognoscitivo (Piaget, 1970), (Vygotsky, 1978). Como "conjunto de concepciones nos proporciona una base sólida para entender que el aprendizaje ocurre permanentemente en las personas en sus medios de socialización y no es un fenómeno exclusivo de la escuela y de las aulas; y es que el constructivismo no es una teoría educativa ni pedagógica en su base" (Ordóñez, 2004).

El aprendizaje en el enfoque constructivista no se resume en la transmisión y acumulación de conocimiento sino trata de una construcción que hace el alumno de él mismo en la realidad, se trata de un proceso activo para edificar en el conocimiento en la experiencia y la información que se recibe, se hace referencia a las siguientes cuestiones:

1. Partir del nivel de desarrollo del alumno.
2. Asegurar la construcción de aprendizajes significativos.
3. Posibilitar que los alumnos realicen aprendizajes significativos por sí solos.
4. Procurar que los alumnos modifiquen sus esquemas de conocimiento.
5. Establecer relaciones ricas entre el nuevo conocimiento y los esquemas de conocimiento ya existentes.

2.2.1 Esquemas

Un esquema es las construcciones mentales con que el ser humano va representando la realidad a fuerza de actuar sobre ella, de manera que cuando de nuevo se enfrenta a una situación semejante, acopla esa realidad al esquema (asimilación). Mientras que cuando la realidad no encaja en un esquema, éste se modifica (acomodación) a la nueva realidad. Por lo tanto, conocer es asimilar la nueva

información a los viejos esquemas, o crear nuevos esquemas que se acomoden a la nueva información (Piaget, 1929).

2.2.2 Aporte constructivista

El aporte del constructivismo como postura epistemológica la solución de sistemas de ecuaciones de dos variables (SSEDV):

- Apoya a que la información nueva se compare con las estructuras cognitivas existentes del alumno, llamada "esquema" y logre, de manera más rápida y efectiva, combinarse, ampliarse o alterarse a estas.
- Apoya a que el conocimiento se transmite a la memoria en un largo plazo para su almacenamiento y recuperación. En SSEDV es importante que el conocimiento se almacene en la memoria de largo plazo ya que lo aprendido es acumulativo y es indispensable para la solución de problemas.
- Apoya la práctica distribuida, donde el alumno asocia material con diferentes contextos.
- Mejora la organización de los aprendizajes.
- El conocimiento del algoritmo se construye, al menos en parte, a través de un proceso de abstracción reflexiva.
- Hay estructuras cognitivas que se activan en el proceso de construcción.
- Las estructuras cognitivas están en desarrollo continuo.
- Existe una característica muy particular en el campo de la SSEDV: la abstracción, el uso proporcionado a aquello que los separa, inicialmente lo utilizan como herramienta para resolver algo en particular, pero luego le da un rol de objeto en la abstracción de sus propiedades. Pero el proceso continúa, porque cuando el sujeto recibe un objeto de una operación, descubre cosas nuevas que utilizará inicialmente como herramientas para luego abstraer sus propiedades y convertirlas en objetos, y así sucesivamente. De esta manera el individuo conceptualiza el mundo, y sus objetos, en diferentes niveles (Castillo, 2008).

- Permite advertir las dificultades que tienen los alumnos al dar una solución a un sistema de ecuaciones de dos variables.
- Proporciona una guía para desarrollar estrategias de enseñanza y aprendizaje más eficientes en las que el protagonista central es el estudiante, considerando sus intereses, habilidades para aprender.
- El individuo que aprende SSEDV desde un enfoque constructivista, se debe construir las impresiones a través de la interacción que se tiene con los objetos y con otros sujetos, así como los procesos en los que están involucrados.
- La interacción social del alumno que aprende desempeña un papel fundamental porque los anima a avanzar más en grupos que en forma individual.
- Es importante que el aprendizaje de los conocimientos de SSEDV sea significativo, esto lleva al estudiante a ser capaz de aplicarlo para la solución de problemas y no solo que quede como un entendimiento pasajero que no ayuda a la solución de problemas.
- La posibilidad de involucrar la experiencia en los procesos cotidianos para que el conocimiento se construya a partir de esta.
- Ayudar a los estudiantes a seguir sus propios pasos, hacer conexiones.

2.3 Aprendizaje Autónomo

El aprendizaje autónomo se refiere al grado de intervención del estudiante en el establecimiento de sus objetivos, procedimientos, recursos, evaluación y momentos de aprendizaje, desde el rol activo que deben tener frente a las necesidades actuales de formación, este posibilita y estimula la creatividad, la necesidad de la observación. La experiencia de muchos pedagogos ha demostrado que cuando el estudiante tiene una mayor participación en las decisiones que inciden en su aprendizaje, aumenta la motivación y facilita la efectividad del proceso educativo (Solórzano, 2017).

Para que los estudiantes logren aprender a aprender, es necesario que se les enseñe a incorporar estrategias de aprendizaje, concientizarlos sobre la forma de cómo aprenden.

El desarrollo de procesos de aprendizaje autónomo exige: Planeación, organización, acción, constancia en la acción, disciplina, sistematización, hábito de trabajo, búsqueda de alternativas de solución de problemas, creatividad y desarrollar una enseñanza estratégica (Lara, 2008). Una de las relaciones más cercanas del aprendizaje autónomo lo acerca a otros tipos de aprendizaje como el aprendizaje activo, el aprendizaje basado en problemas, el colaborativo y el cooperativo.

La utilización de sistemas multimedia y la combinación de estos sistemas con todo tipo de tutoría, están desarrollando unas nuevas fórmulas para la parte del usuario con una flexibilidad del proceso global de enseña-aprendizaje. La aplicación de las TIC a los procesos de formación posibilita al estudiante o la persona que aprende a elegir, actuar con libertad, desarrollar independencia, organizar grupos de aprendizaje, tener control sobre la forma en que aprende.

Respecto a la incorporación de las TIC al sistema educativo se puede decir que: las TIC construyen un fenómeno cultural que es global en el cual se contextualiza la necesidad del cambio en el quehacer universitario. En este trabajo se pretende que el alumno aprenda de manera autónoma con apoyo de las TIC, mediante el acompañamiento del docente.

2.4 Multimedia

El término multimedia se utiliza para referirse a cualquier objeto o sistema que utiliza múltiples medios de expresión físicos digitales para presentar o comunicar información. La información se ha enriquecido y es interactiva, se apropia y dispone de todo tipo de material como video, música, sonido, texto, lo que es registrado en múltiples medios como memorias de computadoras, discos, CD-ROM, teléfonos móviles (García et al., 2020).

Mediante la interacción con la máquina, la multimedia tendrá una función semejante a la de los libros en el aprendizaje e información, tendrá su base en las imágenes interactivas y en la premisa de que

"la gente adquiere sus conocimientos de manera más efectiva manejando la información de manera interactiva".

2.5 Problemas en la solución de un sistema de ecuaciones de dos variables

De acuerdo a la investigación de Trejo y Camarena (2016) los resultados obtenidos permitieron elaborar una escala de desarrollo cognitivo en los estudiantes ante la solución de problemas matemáticos contextualizados, relacionando el dominio gradual de los conocimientos (pp. 11-13).

Se observa la vinculación de invariantes de dos contextos diferentes.

1 El uso de las representaciones muestra la aprehensión de los conceptos matemáticos.
2 Se observa el uso de algunos invariantes operatorios[1] expresados con alguna representación que posibilita el entendimiento y posible solución, sin llegar a ella.
3 Se observa el uso de algunos invariantes deficientes que no permiten llegar a la solución de la situación planteada.
4 El grupo de enfoque carece de invariantes operatorios frente a la situación problema planteada.

En la investigación de Chavarría (2014) agrupa la naturaleza (origen) de dificultades de la solución de problemas algebraicos en cinco categorías: complejidad de los objetos matemáticos, los procesos de pensamiento matemático, los procesos de enseñanza y los procesos de cognición.

1. La actitud y ansiedad hacia la matemática influyen en los procesos metacognitivos del estudiantado y estas actitudes pueden ser alimentadas de manera positiva o negativa, según el papel del profesor en las experiencias de aprendizaje, las estrategias de regulación y el manejo de recursos.

[1] Los invariantes operatorios son de dos tipos: Teoremas en Acto y Conceptos en Acto. Ellos permiten detectar y elegir qué información es pertinente para el sujeto y decidir el curso de acción y el control de la acción (Vergna, 2010).

2. La atención selectiva, donde el estudiante solo se motiva para realizar ciertas actividades y, en lapsos breves, puesto que se distraen con facilidad.
3. Los estudiantes impulsivos, por su parte, al trabajar demasiado rápido, pueden llegar a cometer muchos errores por descuido.
4. Cuando existen dificultades en el área de la lectura, los estudiantes tienden a manifestar problemas en la adquisición del vocabulario matemático y confunden términos (como imagen y preimagen, máximo común divisor y mínimo común múltiplo, congruencia y semejanza, entre otros) y se les dificulta distinguir entre un dato necesario y aquellos que son solo contextualizaciones de un problema. La investigadora añade que a los estudiantes con problemas de memoria se les dificulta aprender algoritmos, se olvidan fácilmente aspectos más teóricos, tales como definiciones o características de un ente matemático. Muchos de ellos tienen problemas para memorizar las tablas de multiplicar.

El Sistema Multimedia Educativo propuesto asegura apoyar en algunos de estos problemas presentados como la poca atención y desinterés, en precisar los términos cuando se les muestre problemas reales y al manejar imágenes y vídeos.

3 Desarrollo y pruebas del Sistema educativo multimedia para el apoyo del Aprendizaje Autónomo de Ecuaciones de dos variables

El sistema se desarrolló bajo el modelo cliente-servidor donde todo comienza con una petición o requerimiento HTTP iniciado en un navegador por un cliente que quiere acceder a un recurso de nuestro sitio web por medio de una dirección URL. La dirección URL apunta a la localización física de una página de extensión .ASP.

Dentro de la página ASP se pueden crear objetos, acceder a bases de datos y hacer todo lo que cualquier programa normal puede hacer. El motor de Script procesará secuencialmente la sentencia y no

tomará en cuenta el código HTML, lo tratará como si fuesen comentarios.

3.1 Actividades de Aprendizaje Autónomo

Las actividades de aprendizaje autónomo son acciones específicas que facilitan la ejecución de la estrategia de aprendizaje autónomo. Estas actividades hacen énfasis en el proceso intelectual que se encuentra especificado para cada idea principal y además son la base del diagnóstico académico así que las preguntas se presentan de la manera más clara posible, para que el alumno no caiga en confusiones. En cada actividad se le presenta al alumno la información del tema y subtema que está cursando. El usuario se puede saltar el tema, si ya lo entiende y podrá sólo contestar las actividades.

Se diseñaron cinco tipos de actividades: Booleana, Opción Múltiple, Completar Texto, Relacionar y Arrastrar. En cada actividad es posible que el alumno se encuentre con un poco de indecisión al momento de responder a su actividad, en este caso todas las actividades cuentan con la opción de regresar a la clase que observaron antes de dicha actividad, como ayuda para resolver dudas, sin otorgar directamente la respuesta.

Las actividades son interactivas y realizadas utilizando Multimedia. Resalta los aprendizajes relevantes de cada unidad, es decir diferencia un aprendizaje importante de uno secundario.

Para definir cuáles son los aprendizajes relevantes de las unidades, temas o áreas que se seleccionaron para ser diagnosticadas, se tiene el siguiente método que consta de tres pasos (Quesada, 1996):

a) Seleccionar las ideas principales o esenciales de cada una de las unidades, temas o áreas elegidas. La selección de las ideas esenciales implica localizar los conceptos, definiciones, hechos, principios y postulados más importantes de las unidades conceptuales y los procedimientos prioritarios de las unidades que enseñan a "hacer" o "resolver".

   La forma más elemental para definir las ideas esenciales consiste en plantearse la pregunta, ¿qué debe saber? o ¿qué debe saber hacer?, el alumno de este nivel ¿qué aprendió del

tema en cuestión?, entonces involucrar el "saber" y el "saber hacer".

b) Determinar los procesos cognoscitivos deseables para cada idea esencial. Una vez que se seleccionaron las ideas principales del contenido de la enseñanza, se realiza un análisis de cada una de ellas para determinar los procesos intelectuales que el alumno pondrá en juego al haberlas aprendido.

   Los procesos intelectuales característicos del aprendizaje escolar de Taxonomía de Bloom en relación con (Quesada, 1996) son: Conocimiento (repetir y reconocer información), comprensión (ejemplificar, comparar e interpretar la idea esencial), aplicación (integrar varias ideas, aplicar la idea esencial en situaciones nuevas o en la solución del problema), análisis (analizar la idea principal), síntesis y evaluación cognitivo.

   Al final obtendremos una puntuación de las ideas principales (conceptos, hechos, procedimientos), junto con el señalamiento de los procesos cognitivos que se esperan para cada uno de ellos.

c) Señalar el tipo de aprendizaje referido en cada idea esencial, en función al programa de estudios.

   El aprendizaje se clasifica en diferentes formas. Quesada propone hacerlo en tres categorías: indispensable, esencial y antecedente.

   Indispensable es el aprendizaje referido a las cuestiones que son básicas para el tema, unidad o área, comúnmente referencian a los conceptos, hechos y procedimientos que el alumno debe tener presentes, esencial es el aprendizaje que abarca todas las ideas principales que se extrajeron del primer paso y antecedente es el aprendizaje que le antecede a la idea esencial enmarca la deficiencia de aprendizaje que se detectó con las preguntas relativas al aprendizaje relevante.

3.2 Desarrollo del Sistema Educativo

En la figura 3.1 se observa que el usuario tiene acceso al Sistema educativo a través de links que le permitirán irse desplazando por todo el Sistema.

Fig. 3.1. Entrada al Sistema educativo para el aprendizaje de SSEDV.

Una vez dentro de la escuela virtual, se muestran vínculos a: Cafetería, Biblioteca, Secretaria, Tablón de anuncios, Correo, Tareas y Aula.

Programadas, Ayuda y desplazarse por el sitio. En la sección Aula encontraremos foros, contenidos de la materia, ideas clave,

herramientas multimedia, actividades de aprendizaje, un archivador, y tablón de anuncios.

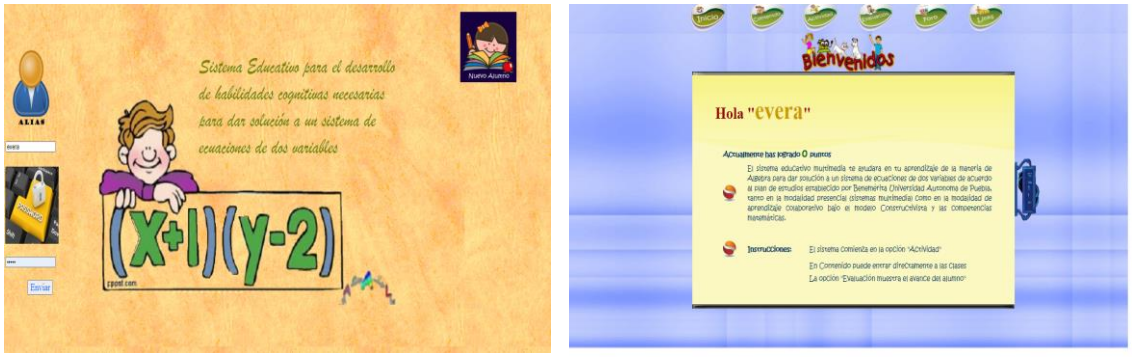
Fig. 3.2. Dentro del aula en el Sistema educativo.

Una vez que seleccionamos la materia, el sistema pide que se identifique mediante una clave de acceso. Si es la primera vez que ingresa, podrá realizar el registro (ver figura 3.3).

Fig. 3.3. Pantalla de identificación del usuario en el Sistema educativo.

Una vez que cuenta con un usuario y contraseña podrá ingresar (ver figura 3.4).

Fig. 3.4. Pantalla de identificación del usuario en el Sistema educativo.



El Sistema educativo tiene programadas las clases de todo el curso (ver figura 3.5), permitiendo al alumno seleccionar la clase de aprendizaje que desea aprender o repasar.

El Sistema educativo tiene programadas las actividades en ambientes virtuales para el aprendizaje (ver figura 3.6), en donde los estudiantes reciban una instrucción y al mismo tiempo son partícipes de ella jugando un rol activo para fomentar la colaboración de los mismos y enriqueciendo el acervo que el sistema ofrezca para dicho aprendizaje.

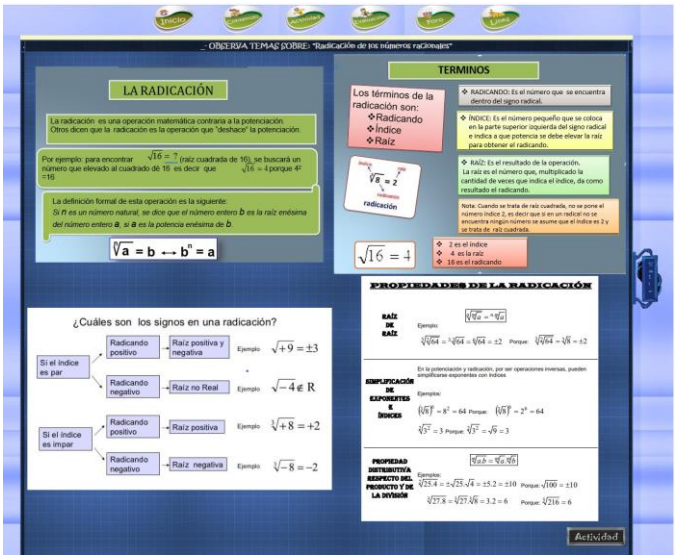


Fig. 3.5. Pantalla de las clases de aprendizaje de la materia de SSEDV en el Sistema educativo.

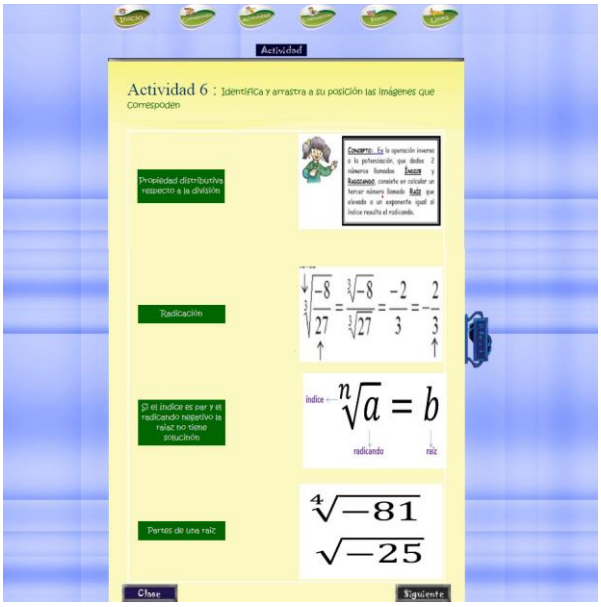


Fig. 3.6. Pantalla de una actividad de aprendizaje de SSEDV en el Sistema educativo.

En la figura 3.7 se observa una actividad de relacionar el concepto con la imagen y en la figura 3.8 se observa una clase y su actividad de aprendizaje de opción múltiple.

En caso de que el alumno falle en su respuesta, se determinó que no se le puede decir literalmente que no tiene validez, así que en los dos tipos de respuesta, correcta o no, se guiará con un tip de apoyo para aclararle cual camino era el indicado, esto sin darles la respuesta, simplemente como una idea que despejará sus dudas y motivando a continuar con el curso.

Fig. 3.7. Pantalla de una actividad de relacionar el concepto con la imagen.

Fig. 3.8. Pantalla de una clase de aprendizaje y su actividad de opción múltiple.

Se intenta provocar, para que cuestionen los conocimientos que ya tiene y se esfuerce por adquirir los que aún no domina. En el momento de contestar acertadamente el concepto, se le aumentará los puntos que le corresponden y se le motivará con un tip de apoyo para complementar su conocimiento. El sistema trata de aumentar la

autoestima en el momento que se le facilite y realice correctamente las actividades.

La información de los movimientos del alumno es almacenada en una bitácora para consultas posteriores, es decir, se guarda un seguimiento del alumno y los movimientos realizados en sus actividades. Al finalizar las actividades, el sistema muestra el nivel con el que terminó y da la opción para borrar su historial. Este nivel está determinado por la cantidad de preguntas que maneja el sistema y los puntos adquiridos con sus respuestas correctas (ver figura 3.8).

Fig. 3.9. Pantalla del historial del seguimiento del alumno en el Sistema educativo.

Al terminar las actividades del sistema educativo, se tiene la opción de borrar el historial, esta es útil si el alumno desea eliminar toda la información almacenada de sus actividades, la finalidad de esta acción es limpiar la base de datos y regresar al estado original, y de esta forma iniciar nuevamente el curso.

Están registrados en la base de datos los nombres de los todos académicos de dicha materia, se le asignó como password su matrícula única, y su primer apellido.

Las funciones que puede desempeñar un profesor en el Sistema educativo multimedia son las siguientes:

- Ver el contenido temático de la materia.
- Ver la lista de sus alumnos con información de avances.

El administrador puede dar de alta materias y actividades de aprendizaje (ver figura 3.10), el acceso es mediante una clave.

El administrador es el que puede dar de alta a los alumnos, a los profesores, cursos y actividades.

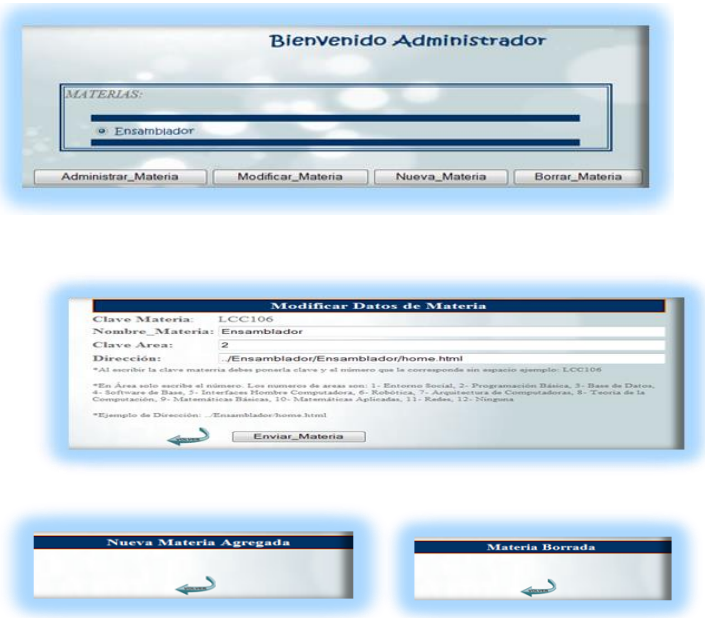


Fig. 3.10. Pantalla de alta de un curso en la cuenta del administrador en el Sistema educativo.

Al término de este paso, se procedió a la elaboración de las preguntas o actividades a realizar por el alumno en base al proceso intelectual que se toma en cuenta para cada una de ellas, y dependiendo del tipo de aprendizaje que cada una representa. Dentro de este proceso se le otorgó una ponderación a cada tipo de aprendizaje únicamente como ayuda para establecer el nivel en el que el alumno se encuentra, ya sea, alto, medio o bajo. La ponderación mencionada se observa en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1.
Asignación de puntos por conocimientos.

Conocimiento	Punto
Indispensable	6
Esencial	4
Antecedente	1

Al finalizar las actividades, el sistema muestra el nivel con el que terminó y da la opción para borrar su historial. Este nivel está determinado por la cantidad de preguntas que maneja el sistema y los puntos adquiridos con sus respuestas correctas. Los niveles de conocimientos en Ecuaciones de dos variables se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2.
Niveles de aprendizaje.

Aprendizaje	Nivel de conocimientos
Nivel bajo	0 a 79 Puntos
Nivel Medio	80 a 149 Puntos
Nivel Avanzado	150 a 166 Puntos

3 Conclusiones y trabajos futuros

Una de las principales contribuciones del Sistema educativo multimedia de corte autónomo para el aprendizaje de Solución de Ecuaciones de dos Variables (SSEDV) es la adaptación de distintos perfiles de usuarios al aplicar la actividad de aprendizaje.

El SSEDV promueve en los estudiantes un aprendizaje contextual, experimental, participativo y de autoaprendizaje y a apoyar a los docentes, ya que motiva las competencias tecno-pedagógicas al incluir el uso de las TIC en su práctica docente.

Con base a la información obtenida durante la interacción del alumno con el sistema, es importante observar que se fomentó la participación y el aprendizaje autónomo.

Una de las principales perspectivas de este trabajo es elaborar Sistemas educativos multimedia de otras materias y otros niveles

educativos: educación básica y media superior, integrando nuevas tecnologías como son los agentes inteligentes, simulación que logren tareas más específicas y puedan establecer relaciones con otros aspectos del aprendizaje (abstracción, detección de errores, etc.).

Realizar las pruebas del sistema con los estudiantes y analizar la competencia que más se desarrolla, para valorar el uso de las estrategias propuestas con la hipótesis de que propicia un aprendizaje más significativo en el tema de Ecuaciones de dos variables.

Referencias

Bernad, J.A. (2007) Modelo Cognitivo de Evaluación Educativa, Escala de Estrategias de aprendizaje Contextualizado (ESEAC), Narcea, S.A. de Ediciones Madrid.

Burbat, R. (2016) "El aprendizaje autónomo y las TIC en la enseñanza de una lengua extranjera: ¿Progreso o retroceso?". Porta Linguarum. ISSN: 1697-7467. pp. 37-51.

Castillo, S. (2008) "Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática". Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. ISSN 1665-2436. vol.11, no.2, pp.171-194. México.

Chavarría, G. (2014) "Dificultades en el aprendizaje de problemas que se modelan con ecuaciones lineales: El caso de estudiantes de octavo nivel de un colegio de Heredia". Uniciencia, vol. 28, No. 2. ISSN-e 2215-3470, pp. 15-44. Escuela de Matemática, Universidad Nacional (UNA). Costa Rica.

Crispín, M.L. [et al.] (2011) Aprendizaje Autónomo. Orientación para la docencia. Universidad Iberoamericana. México.

Aviles, K. (2007) (miércoles 5 de diciembre de 2007), México, último en educación en países de OCDE. La Jornada.

Ganem, P., Gutiérrez, A. (2013) Elaboración de exámenes con reactivos constructivistas. Limusa noriega.

García, O.A., Ávila, I., Roque, E.A., Ayala, I.Y., Hernández, E.C. (2020) "Multimedia Educativo-Formativa para facilitar el aprendizaje y la autogestión en la prevención de riesgos laborales en el Instituto de Ciencia Animal De Cuba". Revista Cubana de Salud y Trabajo.

García, A., Gómez, E. (2012) Planeación y organización de secuencias e intervenciones didácticas en el aula (DIPFEC). p. 20. México.

INEE. (2019). Informe de resultados planea EMS 2017. El aprendizaje de los alumnos de Educación Media Superior en México: lenguaje y comunicación y matemáticas. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.

Lara, A. (2008) Aprendizaje Autónomo para estudiantes Universitarios. Editorial Universidad de Caldas. Artes y Humanidades. Colombia.

Ordóñez C. (2004) "Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. De las concepciones a las prácticas pedagógicas". Revista de Estudios Sociales. No. 19, pp. 7-12.

Piaget, J. (1970) Piaget's Theory. En P. H. Mussen (Ed.). Carmichael's Manual of Child Psychology (Vol. 1). New York: Wiley.

Quesada, C, Sánchez, J. (1996) Calificación y Diagnóstico del Aprendizaje por Computadora. Editores (LIMUSA). México.

Tünnermann, C. (2011) "El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes". Universidades. ISSN: 0041-8935. Unión de Universidades de América Latina y el Caribe Distrito Federal, Organismo Internacional. pp. 21-32.

Trejo, E., Camarena, P. (2016) "Procesos cognitivos en la resolución de problemas matemáticos contextualizados". Avances en Matemática Educativa. Teorías y Enfoques. Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital, Instituto Politécnico Nacional.

Solórzano, Y.D. (2017) "Aprendizaje autónomo y competencias". Dominio de las Ciencias. vol. 3, ISSN: 2477-8818. pp. 241-253.

Vera, E. (2017) Estrategias de aprendizaje autónomo para disminuir los índices de reprobación en la materia de metodología de la programación en la FCC de la BUAP en un sistema de e-learning (tesis de doctorado inédita). México. CESE.

Vygotsky, L. S. (1978) Mind in society: The development of higher psychological processes. Cambridge. MA: Harvard University Press.

SECCIÓN 2
Recursos e investigación educativa

Análisis del "buen profesor" de ingeniería mecánica desde la opinión de los alumnos a través de la evaluación racional

Ricardo Báez Guzmán[1], Silvia Elena Amador Pérez[2]
[1] Facultad de Ingeniería. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
C.P. 72570. Puebla, Pue.,
[2] Doctorado en Evaluación para la Calidad Educativa. Colegio de Puebla A.C.
C.P. 72420. Puebla, Pue.
[1] ricardo.baezguz@correo.buap.mx, [2] silvia.amador@colpue.edu.mx

Resumen. Este es un estudio exploratorio que analiza las respuestas de una muestra de 103 alumnos en relación con lo que los encuestados opinan del docente que consideran el "buen profesor". Para ello se diseñó un cuestionario a partir de las ideas de Shinkfield y Stufflebeam y del Comité Mixto sobre Normas de Evaluación Educativa (JCSEE por sus siglas en inglés) a través de la propuesta de "evaluación racional", que, según los autores, debería ser aplicada durante la evaluación al personal docente en una institución educativa. Dado que se hace observación del fenómeno tal cual, en su contexto natural, se empleó un método cuantitativo no experimental buscando correlaciones causales. Para hacer afirmaciones e inferir a partir de los resultados obtenidos se empleó un estudio ANOVA y correlaciones entre ítems.

Palabras Clave: Buen Profesor, Ingeniería Mecánica, ANOVA, Estadística Inferencial.

1 Introducción

El presente estudio pretende explorar la percepción del "buen profesor" en la carrera de ingeniería mecánica desde la opinión de alumnos y alumnas. Es importante señalar que no es el primer estudio de este tipo que se ha intentado hacer, ya que al revisar la literatura relacionada con el "buen profesor", se han detectado que este tipo de investigación se ha venido desarrollando desde los años ochenta del siglo pasado. Las las características del "buen profesor" que han sido identificadas en estudios previos son parecidas en la mayoría de los casos, ya que se desea que domine la asignatura que imparte, que tenga excelente comunicación, que innove en su enseñanza y que motive al estudiantado (Saenger y Lugo, 2019). Estudios recientes han encontrado que el "buen profesor" es aquel que explica amenamente los temas de su asignatura (Bossolasco y

Chiecher, 2020), que predica con el ejemplo, tiene conocimientos didácticos, liderazgo (Benavides y Vences, 2019) y conductas éticas (Navia, Hirsch e Izarra, 2020), entre otros.

Si bien, existen ciertas categorías empleadas por los investigadores educativos para tratar de caracterizar al buen profesor en sus contextos (nivel primaria, secundaria, bachillerato, nivel superior y posgrado), como podrían ser sus competencias profesionales, dinámica de las clases, percepción de aprendizaje adquirido, los valores, la ética, su sistema de evaluación y sus relaciones interpersonales con los alumnos y las alumnas, a nivel ingeniería apenas se han encontrado 4 estudios que lo abordan de forma puntual entre el año 2000 y el año 2020, por lo que tratar de encontrar lo que el alumno define como "buen profesor" de ingeniería, es un estudio necesario, ya que los ingenieros tienen ciertos rasgos particulares, al darle mucho peso al dominio de la técnica por encima de otros rasgos (Valdez y Collazo, 2013).

2 Desarrollo

En este apartado se hace una descripción de los atributos establecidos por el Comité Mixto sobre Normas de Evaluación Educativa (Joint Committee on Standards for Educational Evaluation, 2008), (JCSEE por sus siglas en inglés) en los que se sustenta el estudio y se detallan las preguntas del instrumento, que se desprenden de cada norma. Se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario, partir del software LibreOffice Calc y GNU/PSPP y se hacen algunas inferencias a partir de los resultados obtenidos.

2.1 La evaluación racional

Desde la década de 1980 en EE.UU. se han ido desarrollando ideas, normas y estándares de como evaluar al personal docente en diferentes etapas: admisión, preparación, licencias, práctica, profesionalización y ascenso. Durante los ochenta la evaluación docente se vio frenada por diversos intereses y conflictos de

sindicatos, oficinas de abogados, investigadores educativos y políticos, por lo que fue necesario involucrar a todos estos actores en la redacción de las normas que rigen la evaluación docente en EE.UU. (González Soto, 2011).

Anthony J. Shinkfield y Daniel Stufflebeam (2012) en *Teacher Evalution: guide to effective practice*, nos describen que las evaluaciones docentes en Estados Unidos se rigen por la evaluación racional que involucra conceptos y normas elaborados por los expertos en evaluación que conforman el JCSEE. La evaluación racional se sustenta en cuatro atributos: propiedad, utilidad, viabilidad y exactitud.

Estos atributos, son considerados estándares para el aseguramiento de la calidad de una evaluación docente y se han utilizado por investigadores de diversos países, incluyendo México, como un referente sólido para guiar sus estudios. Los atributos o estándares se describen a continuación.

Propiedad se refiere a que las evaluaciones al personal docente deben ser éticas y justas, deben centrarse en satisfacer las necesidades de los alumnos, por lo que se sugiere seguir estas cinco normas de evaluación: 1) orientadas al servicio, es decir satisfacer las necesidades de los alumnos y las alumnas, 2) contar con guías de evaluación formal (manuales de evaluación), 3) manejar conflictos de interés y 5) cuidar la interacción con los evaluados, esto es, dar un trato cortés y profesional al evaluado, cuidando su autoestima y reputación. En la tabla 1 se muestran las afirmaciones (ítems) que se usaron en el cuestionario, para explorar cada una de las normas de este atributo.

Tabla 6. Afirmaciones para buscar si el docente cumple los atributos de propiedad al tratar a sus alumnos y alumnas.

Norma	*Ítems*
P1	1. Existe disposición del maestro para promover un servicio de atención individual hacia los alumnos y la alumnas.
P1	2. Se dirige el maestro a la comunidad estudiantil sin emplear un lenguaje racista, clasista u discriminatorio.
P2	3. Existe disposición del docente para explicar el sistema de evaluación.
P2	4. Existe flexibilidad por parte del maestro para modificar su sistema de evaluación.
P2	5. Emplea el docente diversas actividades como evidencias para evaluar.
P3	6. Usa el docente criterios claros y pruebas objetivas como base para la evaluación
P3	7. Cuenta el docente con disposición para aclarar calificaciones en caso de inconformidad.
P4	8. Cuenta el docente con algún medio para informar de los resultados de la evaluación (correo electrónico, Moodle, Blackboard, etc.)
P4	9. Hace el maestro comentarios de retroalimentación.
P5	10. El docente fomenta, los valores éticos y el respeto con los alumnos.

Utilidad para los autores, se refiere a que la información sea útil y oportuna para las personas involucradas con el análisis de datos y toma de decisiones. Se sugiere seguir estas normas: 1) Orientación constructiva, esto es, ayudar a las instituciones a desarrollar los recursos humanos para prestar un servicio excelente. 2) Darle usos definidos. 3) Tener credibilidad; la evaluación debe ser administrada y ejecutada por personas capacitadas. 4) Información funcional; los informes deben ser claros, precisos y pertinentes, deben contar con valor práctico para el evaluado y 5) dar seguimiento al impacto, adoptar las medidas adecuadas para la mejora. La tabla 2 describe en las preguntas 11 a la 19, los ítems que se orientan a explorar las normas de utilidad.

Tabla 2. Preguntas y afirmaciones para encontrar si las actividades y perfil del profesor son útiles para los alumnos y las alumnas.

Norma	Ítems
U1	11. El maestro crea un ambiente de confianza y convivencia positiva con el grupo.
U1	12. El docente cuenta con un programa o sistema para corregir el rendimiento deficiente del alumno.
	13. La escuela proporcionar los recursos (financieros, materiales, infraestructura) necesarios para mejorar el rendimiento del maestro.
U1	14. Cuenta el profesor con experiencia laboral en la asignatura que imparte.
U3	15. El docente devuelve el alumno las evidencias (tareas, reportes, exposiciones, exámenes, etcétera) calificadas.
U4	16. El docente emplea múltiples técnicas de enseñanza (videos en youtube, podcast, simuladores, demostraciones en laboratorio, etcétera).
U4	17. El maestro identifica los puntos fuertes y débiles en sus alumnos.
U4	18. ¿Es flexible el docente en cuanto al contenido del temario? o lo sigue rigurosamente.
U4	19. ¿Cuenta el docente con un plan de asesoría para remediar deficiencias entre sus alumnos y alumnas?

Viabilidad según los autores, es hacer que la evaluación docente sea fácil de utilizar, se administre y sea políticamente correcta (Shinkfield y Stufflebeam, 2012); se han de seguir estas normas: 1) Procedimientos prácticos; los procedimientos deben planificarse y producir información necesaria. 2) Viabilidad política, en este punto hay que involucrar a las partes interesadas que participan en el funcionamiento del sistema educativo. 3) Viabilidad fiscal; aplicar la evaluación con eficacia y eficiencia económica. Este atributo se adaptó el concepto de viabilidad al impartir clases. La tabla 3 muestra las afirmaciones que tratan de buscar si el docente puede lidiar con grupos conflictivos y si el profesor o profesora tiene a su alcance servicios que le permitan mejorar su desempeño frente a grupo.

Tabla 3. Argumentos para inferir si el docente busca hacer viables sus clases frente a grupo.

	Viabilidad
F-2	20. El docente aborda rápida y eficazmente los problemas que surgen con el grupo.
F-2	21. El docente llega a acuerdos mutuos con el grupo acerca de la impartición del curso.
F-3	22. En caso de que el docente tenga acceso a servicios (centro de cómputo, laboratorios, etc.) ¿es la asignación de tiempo del personal y la frecuencia de dichos servicios suficientes?

La Precisión para Shinkfield y Stufflebeam (2012) es hacer evaluaciones al docente, basadas en información confiable, defendible e interpretable, la evaluación debe describir el trabajo de la persona, si no se hace así, se invalida el buen trabajo del docente. El Comité Mixto sobre Normas de Evaluación Educativa (JCSEE) da estas ocho normas de precisión: 1) Papel definido, las calificaciones deben definirse sin ambigüedades, de modo que el evaluador pueda determinar criterios de evaluación válidos. 2) Ambiente de trabajo, el evaluador debe identificar, describir y registrar, si el medio ambiente limita el desempeño del docente. 3) Documentación de los procedimientos, los procedimientos de evaluación deben documentarse. 4) Medición válida, tener información útil hace que las inferencias relativas al evaluado sean válidas y precisas. 5) Medición fiable. 6) Control sistemático de datos, la información utilizada en la evaluación debe mantenerse segura, debe ser procesada y mantenida cuidadosamente, para evitar usos incorrectos de la información. 7) Control del prejuicio. El proceso de evaluación debe evitar juzgar raza, edad, género, preferencias sexuales, etc. 8) Monitoreo de los sistemas de evaluación, el sistema de evaluación docente debe examinarse periódica y sistemáticamente.

Tabla 4. Afirmaciones y preguntas para encontrar si existen las condiciones de infraestructura y administrativas para el desempeño del personal docente.

	Precisión
A-1	23. El perfil del docente es el adecuado para la asignatura que imparte.
A-2	24. ¿Cuenta el docente con las instalaciones y materiales de instrucción necesarios (por ejemplo, equipo de cómputo, acceso a internet, pizarrón, plumones)?
A-2	25. El número de alumnos y alumnas con los que el profesor debe trabajar la asignatura es el adecuado.
A-3	26. ¿Hace uso el profesor de formularios u formatos de evaluación durante la impartición de su asignatura?
A-3	27. ¿Informa el docente a los evaluados por escrito de los procedimientos de evaluación establecidos por la institución?
A-3	28. ¿Registra el maestro las calificaciones del rendimiento de cada alumno sobre la base de criterios o rúbricas?
A-4	29. ¿Evalúa el docente el rendimiento de alumnos y alumnas en función de descripciones claras de los criterios de evaluación?
A-4	30. ¿Permiten los formularios u formatos de evaluación empleados por el docente, describir de manera clara y precisa el puntaje (calificación) de cada criterio?
A-7	31. ¿Da el docente trato preferencial al alumno por su nivel socioeconómico, su origen racial o religioso?
A-8	32. ¿Tiene la institución encuestas para obtener críticas y recomendaciones hacia el personal docente?

2.2 Método

Al tratarse de un estudio exploratorio, se les pidió a los alumnos y alumnas de ingeniería mecánica y eléctrica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, generación 2017 y 2018 que respondieran a el cuestionario de 32 ítems, llenando un formulario en Google Forms de manera voluntaria y anónima. En total participaron 103 alumnos y alumnas de los cuales fueron 89 hombres (86.41%) y 14 mujeres (13.59%%), en un rango de edad de 21 a 24 años. Se les pidió que seleccionaran a un profesor o profesora de la especialidad de ingeniería mecánica que bajo su perspectiva fuera uno de los mejores docentes que tuvieron durante la carrera; se empleó una escala tipo Likert, donde la respuesta "Totalmente en

desacuerdo" se le asignó el valor de 1 punto, "En desacuerdo" el valor de 2 puntos, "Indeciso" un valor de 3 puntos, "De acuerdo" un valor de 4 puntos y la respuesta "Totalmente de acuerdo" se le asignó el valor de 5 puntos.

2.3 Resultados

Para analizar los datos recolectados se empleó la hoja de cálculo LibreOffice Calc, que contiene las herramientas de cálculo necesarios para poder tratar la información; empleando LibreOffice Calc se llegó a un valor en el alfa de Cronbach de 0.93, el cual es un valor alto de confiabilidad, demostrando que la consistencia interna es satisfactoria. Para el estudio de las correlaciones entre ítems también se empleó LibreOffice Calc, en tanto que para generar los histogramas y las tablas de distribución de frecuencia se utilizó el software GNU/PSPP, así pues, este programa se empleó para contrastar los resultados de estadística descriptiva calculados por LibreOffice Calc.

Empleando LibreOffice Calc se pudieron determinar los valores descriptivos básicos, tales como promedio, desviación estándar y el alfa de Cronbach; los resultados se muestran de forma resumida en la tabla 5 para cada atributo, acorde a la evaluación racional propuesta por Shinkfield y Stufflebeam, citada anteriormente.

Tabla 5. Resultados obtenidos al analizar cada atributo empleando la evaluación racional

Atributo	Número de ítems	Promedio	Desviación estándar
Propiedad	10	4.35	0.87
Utilidad	9	4.00	1.04
Viabilidad	3	4.10	0.95
Precisión	11	3.87	1.22

Por medio de la estadística descriptiva podemos observar que los alumnos y las alumnas promedian al docente que evaluaron como "buen profesor" en un valor cercano a 4, con lo cual los 103 alumnos

y alumnas participantes en promedio están "de acuerdo" con las afirmaciones que se propusieron en el cuestionario, la desviación estándar al ser de valor numérico de uno o cercano a uno, nos permite inferir que no hay mucha dispersión de las respuestas con respecto a la media aritmética, por lo que las respuestas se concentraron alrededor de las respuestas "de acuerdo" y "totalmente acuerdo".

Empleando el software de análisis estadístico GNU/PSPP se pudieron comprobar estos resultados, y se elaboraron los histogramas para cada atributo; en la figura 1, por ejemplo, el atributo propiedad que constó de 10 afirmaciones, fue valorado por todos los participantes con valor de 4.3 en promedio, lo cual nos sugiere entender que la mayoría está "de acuerdo" o "totalmente de acuerdo" con cada una de las afirmaciones.

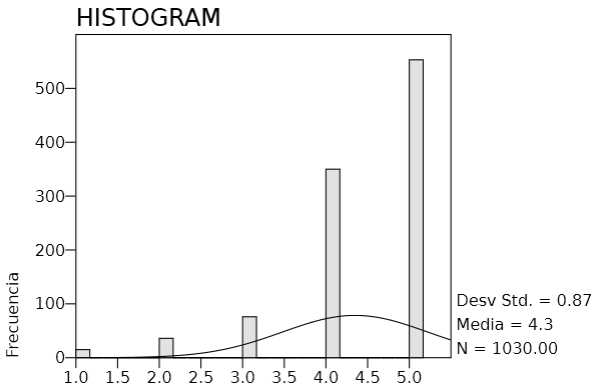


Fig. 1. Histograma y campana de Gauss para el atributo propiedad.

Por otro lado, la figura 2 que hace referencia a los resultados del atributo utilidad, al tener una media de 4.0 y una desviación estándar de 1.03, también nos sugiere la idea de que la mayoría de los encuestados están "de acuerdo" o "totalmente de acuerdo" con las 9 afirmaciones y preguntas planteadas en el cuestionario, ya que ambas respuestas concentran 756 de los 1030 puntos como lo demuestra el histograma.

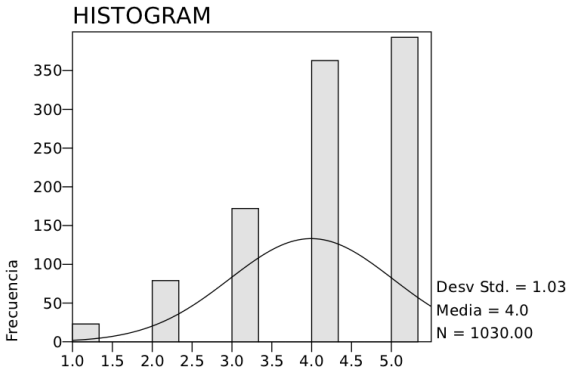


Fig. 2. Histograma y campana de Gauss para el atributo utilidad.

Para el caso del atributo vialidad, al tratarse de solo 3 afirmaciones dentro del cuestionario, generaron un total de 309 puntos, de los cuales las respuestas "de acuerdo" y "totalmente de acuerdo" concentraron 249 puntos, tal como se muestra en el histograma de la figura 3, nuevamente se observa consistencia en los valores del promedio y de la desviación estándar.

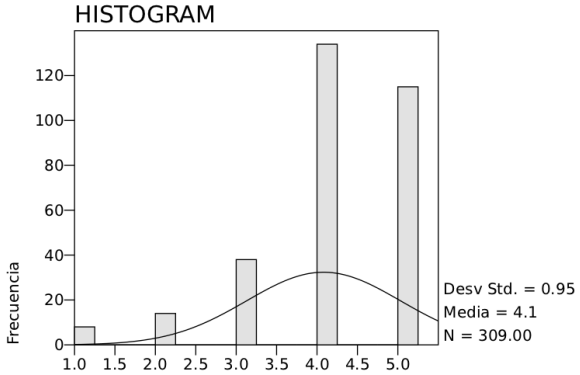


Fig. 3. Histograma y campana de Gauss para el atributo viabilidad.

En la figura 4, que muestra los resultados del atributo precisión, llama la atención que al tratarse de afirmaciones y preguntas relacionadas con las prácticas de evaluación dentro del aula, los alumnos y alumnas no muestran la misma consistencia en sus respuestas, lo

cual se ve reflejado en el histograma, ya que podemos observar que varias respuestas se concentraron alrededor de "Totalmente en desacuerdo" (73 puntos), "en desacuerdo" (72 puntos) o "indeciso" (104 puntos), mismas que se ven reflejadas en el valor de la media y la desviación estándar.

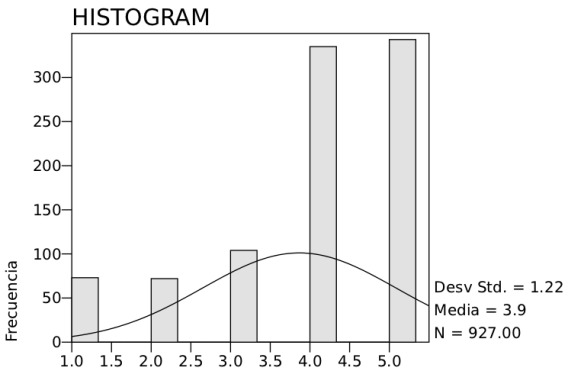


Fig. 4. Histograma y campana de Gauss para el atributo precisión.

2.4 Discusión

A partir de las respuestas a los ítems, se estimó que la gran media, esto es, la media del promedio de todos los ítems, dió un valor de 4.06 donde el valor numérico nos indica que el buen profesor de ingeniería mecánica obtuvo está 4 de 5 puntos, lo que equivale a afirmar que la mayoría de los participantes de la encuesta están "de acuerdo" con cada afirmación de cada ítem. Empleando análisis de varianza a una vía (ANOVA) se llegaron a los siguientes resultados mostrados en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados del estudio ANOVA empleando los 32 ítems.

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	F crítico
Entre ítems	868.07	31	28	32.53	1.45
Dentro de cada ítem	2809.3	3264	0.86		
Total	3677.37	3295			

Mediante el análisis ANOVA y con base en los resultados obtenidos por LibreOffice Calc, la hipótesis nula de que el promedio de cada ítem es igual para cada uno de 32 Ítems se rechaza, ya que el valor de F es igual a 32.53, y para que no se rechace la afirmación de que el promedio de cada uno de los 32 ítems es igual, requería que el valor de F fuera menor a 1.45.

Al revisar los resultados de las correlaciones entre cada ítem, mediante el coeficiente de correlación de Pearson (tabla 6), podemos identificar que la más alta fue entre el ítem 14 (cuenta el profesor con experiencia laboral en la asignatura que imparte) y el ítem 23 (el perfil del docente es el adecuado para la asignatura que imparte) con un valor de 0.78, lo que nos lleva a confirmar lo que han identificado otros estudios que han abordado al "buen profesor" en el nivel de ingeniería y ciencias (Bhattacharya, 2004; Corona, 2008; Valdés y Collazo, 2013): la experiencia laboral y el perfil profesional del "buen profesor" son altamente valoradas por la comunidad estudiantil, ya que identifican en ellos no solo conocimientos teóricos de las asignaturas que imparten, sino que además reconocen que los docentes dominan la parte técnica, al poner en práctica los saberes teóricos.

Las otras 2 correlaciones más altas (0.72) fueron las detectadas entre el ítem 28 y el 29, y el ítem 29 con el 30 (véase tabla 6), lo que deja en evidencia que el "buen profesor" evalúa mediante criterios descritos de manera clara y que sus formatos empleados en sus asignaturas comunican la actividad que debe hacer y la calificación que se le asignaría al alumno o a la alumna, en caso de cumplir con

los criterios propuestos por el docente, así, los alumnos y las alumnas de ingeniería valoran el hecho de que se califique de forma "precisa".

Tabla 6. Correlaciones entre los ítems 1 al 32 con respecto del ítem 2, 3, 4, 6, 12, 14, 28 y 29.

Correlaciones	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 6	Ítem 12	Ítem 14	Ítem 28	Ítem 29
Ítem 1								
Ítem 2	1.00							
Ítem 3	0.47	1.00						
Ítem 4	0.34	0.60	1.00					
Ítem 5	0.41	0.50	0.40					
Ítem 6	0.48	**0.65**	0.40	1.00				
Ítem 7	0.41	**0.65**	**0.61**	0.57				
Ítem 8	0.36	0.21	0.12	0.25				
Ítem 9	0.42	0.39	0.41	0.48				
Ítem 10	**0.62**	0.58	0.45	**0.62**				
Ítem 11	0.49	**0.66**	**0.65**	**0.62**				
Ítem 12	0.18	0.25	0.44	0.37	1.00			
Ítem 13	0.32	0.12	0.20	0.23	0.31			
Ítem 14	0.53	0.48	0.40	0.42	0.28	1.00		
Ítem 15	0.34	0.55	0.24	0.39	0.26	0.32		
Ítem 16	0.23	0.35	0.18	0.40	0.37	0.25		
Ítem 17	0.18	0.29	0.51	0.34	**0.65**	0.39		
Ítem 18	0.19	0.40	0.45	0.32	0.26	0.40		
Ítem 19	0.05	0.29	0.36	0.34	0.59	0.14		
Ítem 20	0.42	**0.61**	0.46	0.56	0.36	0.49		
Ítem 21	0.29	0.52	0.60	**0.66**	0.44	0.45		
Ítem 22	0.13	0.21	0.01	0.46	0.34	0.18		
Ítem 23	0.51	0.50	0.42	0.49	0.23	**0.78**		
Ítem 24	0.30	0.32	0.17	0.33	0.23	0.36		

Ítem 25	0.28	0.41	0.21	0.43	0.16	0.35		
Ítem 26	0.29	0.35	0.27	0.49	0.42	0.26		
Ítem 27	0.35	0.39	0.31	0.54	0.52	0.37		
Ítem 28	0.15	0.45	0.32	0.54	0.43	0.27	1.00	
Ítem 29	0.39	**0.61**	0.39	**0.65**	0.48	0.45	**0.72**	1.00
Ítem 30	0.33	0.55	0.36	**0.61**	0.32	0.50	0.62	**0.72**
Ítem 31	-0.35	-0.25	-0.20	-0.33	**0.00**	-0.24	-0.03	-0.13
Ítem 32	0.33	0.36	0.35	0.53	0.29	0.41	0.31	0.40

Se observó también que hay una fuerte correlación (0.62) entre el ítem 2 (se dirige el maestro a la comunidad estudiantil sin emplear un lenguaje racista, clasista u discriminatorio) y el ítem 10 (el docente fomenta, los valores éticos y el respeto con los alumnos), lo que nos podría llevar a confirmar que el buen profesor de ingeniería mecánica se dirige con respeto y usa un buen lenguaje dentro del aula, al formar los valores éticos en sus alumnos, el buen profesor es visto como un ejemplo a seguir.

También se detectaron correlaciones fuertes dentro del rango de 0.6 y 0.7 entre el ítem numero 3 (Existe disposición del docente para explicar el sistema de evaluación) y los ítems 6,7,11, 20, 29, lo que nos llevaría a inferir que el buen profesor cuenta con un buen sistema de evaluación de los aprendizajes, ya que usa criterios claros y pruebas objetivas, además de que el "buen profesor" tiene la humildad de aceptar cuando se equivoca, aclarando calificaciones en caso de inconformidad, así pues, las respuesta de los alumnos, confirman las recomendaciones del Comité Mixto de Evaluación (JCSEE), de que el "buen profesor" evalúa en función de descripciones claras y mediante el uso de criterios (Stufflebeam, 1991).

El hecho de que un docente de ingeniería mecánica tenga cierta flexibilidad y libertad tanto en su cátedra como en su evaluación de los aprendizajes, también influye en la percepción de los alumnos, ya que ellos mismos se sienten en la libertad de comunicarse con confianza con su docente, esta afirmación se puede inferir a partir de

las correlaciones entre el ítem 4 y los ítems 7 y 11, con coeficientes de correlación de 0.61 y 0.65 respectivamente.

Las respuestas del ítem 6 con relación a los ítems 10, 11, 21, 29 y 30 también muestran valores altos de correlación (entre 0.61 y 0.66), podemos interpretarlos como congruentes, por un lado, la evaluación del "buen profesor" es objetiva y clara, por el otro refuerzan la idea de confianza, valores y convivencia positiva. Otras afirmaciones que podemos plantear a raíz de las respuestas es que la retroalimentación del docente genera confianza en la comunidad estudiantil, los valores éticos influyen en la percepción del alumno de que son congruentes dentro y fuera del aula.

La correlación entre el ítem 12 y 17, de valor 0.62, nos da pauta para pensar que el "buen profesor" detecta debilidades en sus alumnos y alumnas, y dedica tiempo para tratar de nivelar a quienes presentan rezago, mediante algún sistema o programa de nivelación. En contraste, solo se detectó una correlación muy cercana a cero, a saber entre el ítem 12 (El docente cuenta con un programa o sistema para corregir el rendimiento deficiente del alumno) y el ítem 31 (¿Da el docente trato preferencial al alumno por su nivel socio-económico, su origen racial o religioso?); de las 528 correlaciones calculadas mediante LibreOffice Calc, se detectaron que existen 8 que no muestran relación alguna y en cuyos casos, la regresión lineal mostraría datos muy dispersos con poca cercanía a una ecuación lineal.

3 Conclusiones y trabajos futuros

A lo largo de este estudio, se empleó la evaluación racional propuesta por Shinkfield y Stufflebeam (2012) quienes colaboraron con el Comité Mixto de Estándares de Evaluación Educativa de Estados Unidos. Bajo esta perspectiva, se diseñó un instrumento para encontrar los rasgos más importantes del "buen profesor" de ingeniería mecánica. Si bien la encuesta solo fue aplicada a solo 103 voluntarios y voluntarias, los resultados obtenidos empleando LibreOffice Calc y GNU/PSPP nos dan datos numéricos para poder hacer algunas inferencias importantes; la estadística descriptiva nos dan la idea de que en general, los 103 alumnos y alumnas

encuestados dan una calificación de 4 en una escala de 1 al 5, al docente que calificaron como "buen profesor", los resultados también dan muestra de que algunas ideas generales del buen profesor son válidas: en el nivel de ingeniería mecánica valoran el hecho de que sea un docente con experiencia profesional y académica, su método para evaluar los saberes del alumnado se apegan a las recomendaciones del Comité Mixto (JCSEE), tiene altos valores éticos, mismos que despliega en los alumnos y alumnas, mostrando flexibilidad y excelente comunicación tanto fuera como dentro del aula.

Los buenos profesores de ingeniería mecánica saben detectar a alumnos y alumnas con deficiencias y buscan formas de ayudarlos en su crecimiento académico; el hecho de que la institución le de flexibilidad y autonomía al docente, influyen en la percepción de alumnos y alumnas, de que no se evalúa de forma subjetiva o a capricho, sino con base a criterio claros y correctamente comunicados, dándole la oportunidad al docente de corregir y autocorregirse en caso de inconformidad por parte de la comunidad estudiantil.

Los resultados planean las siguientes cuestiones a futuro: ¿se llegará a los mismos resultados en otra universidad? ¿qué tan necesario es hacer una entrevista semiestructura al alumno para corroborar estas inferencias? ¿podría algún día construirse un perfil ideal del buen profesor para cada área de la ingeniería?

Agradecimientos. A los alumnos y alumnas de ingeniería mecánica y eléctrica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y a la Facultad de Ingeniería por facilitar la realización de este estudio.

Referencias

Benavidez Martínez, B., y Vences Esparza, A. (2019). Rasgos de ser un buen profesor universitario según los académicos de la Universidad Autónoma de Nuevo León (México). *Praxis sociológica*,vol. 24, pp.155-168.

Bhattacharya, B. (2004). "What is 'good teaching' in engineering education in India? A case study". *Innovations in Education and Teaching International*, vol. 4, pp. 329-341.

Bossolasco, M. L., y Chiecher, A. C. (2020). ¿Qué esperan los alumnos de un "buen profesor"? Develando expectativas para repensar la práctica docente. *Revista Diálogo Educacional*, vol. 20 No. 66, pp. 1280-1310.

Corona, Adrian (2008). "¿Qué hace al buen maestro?: La visión del estudiante de ciencias físico matemáticas". *Latin America Journal Physics Education*, vol. 2, pp. 147-151.

González Soto, Á. P. (2011). *Evaluación para la mejora de los centros docentes*. Madrid: Wolters Kluwer.

Joint Committee on Standards for Educational Evaluation (2008). *Normas de evaluación para programas, proyectos y material educativo*. México D.F., Trillas.

Navia Antezana, C., Hirsch Adler, A, e Izarra Vielma, D. (2020). "Rasgos propuestos por académicos de posgrado con respecto a lo que significa ser un buen profesor universitario". *Trayectoria*s, vol. 22, No. 51, pp. 3-24.

Saenger, Cony Brunhilde, y Elisa Lugo Villaseñor (2019). "El "buen docente", percepciones de estudiantes en posgrado"*, Edähi Boletín Científico de Ciencias Sociales y Humanidades del ICSHu*, vol. 7, pp. 61-68.

Shinkfield, A., & Stufflebeam, D. (2012). "*Teacher evaluation: Guide to effective practice"*. Massachusetts: Springer Science & Business Media.

Stufflebeam, D. L. (1991). *The Personnel Evaluation Standards: How To Assess Systems for Evaluating Educators*. Newbury Park: Sage Publications.

Valdés, María y Collazo, Ramón (2013). "El buen profesor universitario de Ingeniería y Arquitectura desde la visión de sus estudiantes", *Referencia pedagógica*, vol. 1, pp. 77-88.

Simuladores en educación superior: una alternativa ante la contingencia sanitaria por Covid-19

Caroleny E. Villalba H., Daniel Mocencahua Mora, Luis A. Sánchez G
Doctorado en Sistemas y Ambientes. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla BUAP. México. Puebla, Puebla 72230, México
{carolenyeloiza.villalbahernandez, daniel.mocencahuamora, luis.sanchezgaspariano}@viep.com.mx

Resumen. La pandemia de la COVID-19 ha generado cambios en la educación y como consecuencia los procesos de enseñanza y aprendizaje se han tenido que establecer desde el confinamiento. Los educadores de algunas asignaturas han tenido que recurrir a los simuladores, para ofrecer al aprendiz la oportunidad de ejecutar una práctica muy parecida a la que realizará en su interacción con la realidad. En este sentido, el propósito de este artículo es presentar una revisión narrativa sobre el uso de simuladores en educación superior, considerando como preguntas iniciales: ¿Cuáles son las referentes educativos en las que se orientan el uso de simuladores como herramientas interactivas en educación superior? y ¿Cuál es el impacto educativo de la implementación de los simuladores? Esta revisión arroja aportes a la comunidad educativa que complementa su práctica en el empleo de simuladores como medio interactivo en la enseñanza y en el aprendizaje. Los resultados indican que el uso de los simuladores en educación superior permiten el empoderamiento del estudiante, es decir, mediante el establecimiento de una metodología de enseñanza enfocada en la promoción del aprendizaje autónomo, el estudiante logra tomar decisiones frente a los riesgos que puedan acontecer en el mundo real, proporciona además un proceso de transformación en el aprendizaje, debido a que la experiencia lleva a la conceptualización mediante procesos de reflexión, donde el pensamiento crítico concibe la oportunidad al estudiante de resolver problemas de manera más eficiente.

Palabras Clave: Simuladores, Software libre, Educación superior, Tecnologías de información y comunicación.

1 Introducción

La pandemia por coronavirus (COVID-19) ha provocado una crisis en la esfera de la educación. Esta emergencia ha dado lugar al cierre masivo de las actividades presenciales de instituciones educativas en más de 190 países, con el fin de evitar la propagación del virus. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a mediados de mayo de

2020 más de 1.200 millones de estudiantes de todos los niveles de enseñanza, en todo el mundo, habían dejado de tener clases presenciales en la escuela. De ellos, más de 160 millones eran estudiantes de América Latina y el Caribe (CEPAL-UNESCO, 2020).

En el ámbito educativo, gran parte de las medidas se han relacionado con la suspensión de las clases presenciales en todos los niveles, lo que ha dado origen al despliegue de modalidades de aprendizaje a distancia (CEPAL-UNESCO,2020). Dentro de este contexto el proceso de enseñanza y aprendizaje es complejo y cada vez se van descubriendo nuevas estrategias que permiten un mejor aprovechamiento por parte del docente y el aprendiz, siendo la tecnología de ayuda para encontrar estrategias más efectivas (Melgar, 2015). El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación relacionadas con la internet ha abierto nuevos espacios en el ámbito educativo, el diseño de sitios web que integran múltiples aplicaciones multimedia, está dotando a los docentes en general, de nuevos ambientes de aprendizaje donde predomina la interactividad y el rol del profesor innovador, facilitando al estudiante la construcción de su propio conocimiento (Díaz, 2018).

En este contexto, considerando los simuladores como espacios de aprendizaje, es importante recordar que estos desde su concepción fueron herramientas utilizadas a nivel de la industria con el objetivo de verificar la funcionalidad y viabilidad de circuitos electrónicos previo a la realización física. Ahora bien, desde una perspectiva educativa los simuladores permiten continuar con el aprendizaje aun cuando no se cuente con la disponibilidad de espacios de laboratorio, hecho que para fines de la pandemia ha adquirido un significado importante porque permiten conceptualizar y analizar elementos de un circuito, aun sin contar con la posibilidad de hacerlo desde una educación presencial (Corral et al., 2018).

En este sentido, cuando la simulación se emplea en la enseñanza requiere de la organización y concatenación del plan de estudios, a fin de que los educandos ganen experiencias en el manejo de los problemas de la vida real (Ledo,2019). Con el uso de simuladores y

prácticas virtuales en el aula motivamos al alumno a continuar con la superación, el logro de retos y mejora de resultados entregados, por otro lado, se genera el desarrollo de las habilidades, conocimiento y destrezas que se sugieren en los planes y programas de estudio actuales para los estudiantes. Con los simuladores el alumno experimenta y descubre, se pueden reproducir fenómenos y los alumnos aprenden de una manera lúdica (Armando, 2020). En consecuencia, para fines de este artículo se abordarán algunos aspectos de los simuladores como herramientas interactivas que permiten establecer un ambiente de aprendizaje.

2 Contextualización

Empleo de simuladores como prácticas formativas.

Este tipo de prácticas con los simuladores se inició a mediados del siglo XX pero tiempo después fueron incorporados a procesos formativos, tanto académicos como industriales y empresariales como lo señala (Gámez, 2020), partiendo de esta premisa la simulación ha ganado mucho espacio y aceptación en diferentes disciplinas, específicamente en la educación, como lo indica (Urquidi et al., 2019). En las Instituciones de Educación Superior se deben utilizar simuladores que permitan que el alumno compruebe, con el mayor realismo posible sus soluciones a los diversos problemas, conforme lo plantea (Torres, 2018).

Hay que mencionar además que el propósito de las simulaciones están orientadas al trabajo exploratorio, la inferencia, el aprendizaje por descubrimiento y el grado de autonomía según lo establece (Díaz, 2018), en los niveles de pregrado y posgrado se ha evidenciado que el uso de los simuladores permite la efectividad en el trabajo en equipo, propicia confianza y seguridad, disminuye la ansiedad permitiendo una práctica segura y efectiva (Vidal et al., 2019).

Aprendizaje mediado por TIC.

El desarrollo de la tecnología en los últimos tiempos ha impactado de manera directa a la educación, pero como lo señala (Vargas et al., 2020) aunque las TIC proveen a los usuarios de múltiples herramientas informáticas para la interacción y presentación del contenido, es indispensable que el docente diseñe y valide estrategias pedagógicas eficaces permitiendo transformar las herramientas informáticas en un material educativo didáctico útil para la enseñanza-aprendizaje. Por otra parte (Montoya, 2017) afirma que el ambiente de aprendizaje mediado por TIC, favorece el desarrollo del pensamiento científico escolar, a partir de la modificación de los procesos metacognitivos, de búsqueda y construcción de explicaciones, así como la confrontación del conocimiento. A pesar de ello (Yot et al., 2015) sostiene la idea de que la tecnología por sí sola no cambia el entorno de aprendizaje, esto requiere una intervención más intensa, donde la tecnología acompañada de las estrategias de enseñanza y aprendizaje no solo prioricen la adquisición de conocimiento basado en recursos digitales, sino que establezcan la apropiación del conocimiento por parte de los estudiantes a través de actividades de aprendizaje productivas, vivenciales y comunicativas.

Relevancia de lo tecnológico y pedagógico en el proceso de enseñar y aprender.

Al preparar a los profesores para las escuelas del siglo XXI, las instituciones de formación de todo el mundo están plenamente consciente de la necesidad de equipar a los alumnos como lo indica (Swe et al., 2019) no solo con conocimientos disciplinarios y habilidades de enseñanza, sino también con estrategias para entregar el contenido de manera efectiva usando la tecnología. No obstante, es válido resaltar como lo expone (Sánchez, 2012) que más allá del tipo de estrategia tecnopedagógica utilizada, puesto que estas sirven solo como instrumento o medio, es el tipo de actividad propuesta o la forma como se articula la actividad con el contenido del curso, objetivos de aprendizaje, forma de evaluación, perfil del

estudiante y contexto, lo que realmente ofrece las bases para el desarrollo o propicia la generación de aprendizaje significativo. Las TIC por sí solas son solo una mediación en el proceso de enseñar y aprender, y en un sistema de aprendizaje virtual o presencial, la actividad educativa deberá fundamentarse en los principios de la psicología educativa y pedagogía.

3 Metodología

Se presenta una revisión narrativa que consiste en que se caracteriza por ser de una forma más o menos exhaustiva; donde los autores no declaran los métodos que utilizaron para obtener, seleccionar la información. Por lo tanto son ideales para poder responder preguntas básicas (Aguilera, 2014). En el proceso de revisión se incluyen las siguientes etapas: selección de fuentes de consultas (fueron consultadas Scopus y Web of Science), el proceso de selección de resultados, el análisis y la síntesis parten de las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las referentes educativos en las que se orientan el uso de simuladores como herramientas interactivas en educación superior? ¿Cuál es el impacto educativo de la implementación de los simuladores? (Gómez, et al., 2016).

Las palabras claves empleadas en el proceso de búsqueda de los documentos fueron las siguientes: *simulators, Free Software, Higher Education, Information and Communication Technologies*. Los artículos obtenidos en el proceso de selección fueron 16 para un periodo de publicación 2015-2020, los artículos fueron sometidos a varias lecturas, resultando 5 seleccionados de mayor relevancia, a partir de los cuales se dieron respuesta a las preguntas iniciales del estudio.

4 Resultados

Los artículos fueron sometidos a varias lecturas, los resultados y análisis obtenidos con la revisión se estructuraron a partir de las preguntas (Q) y respuestas (R) presentadas a continuación:

Q1. ¿Cuáles son los referentes educativos en las que se orientan el uso de simuladores como herramientas interactivas en educación superior?

R1. La visualización, la consistencia de los procedimientos de aprendizaje, y la participación de los estudiantes son factores de empoderamiento, las implicaciones negativas de las tareas colaborativas, la desviación de la atención de los estudiantes cuando cambian de entornos virtuales y físicos de aprendizaje, así como el énfasis en la tecnología en la preparación de la enseñanza, aparecieron como desafíos. Los autores consideran que el aprendizaje es transferible entre otros programas de ingeniería y disciplinas académicas que utilizan la simulación con fines educativos (Golam Jamil & Sakirulai Olufemi, 2019).

R2. Permitir a los profesores especificar la información requerida con respecto a los objetos de aprendizaje más fácilmente, y así detectar automáticamente los estados afectivos y el estilo de aprendizaje de los estudiantes (Khan et al., 2019)

R3. El desarrollo del pensamiento crítico está directamente determinado por la motivación del aprendizaje. La motivación de aprendizaje es directamente influenciada por la estructura de la simulación y la utilidad percibida. Y por último, la utilidad percibida es determinada por el realismo de la simulación, de acuerdo con la teoría experiencial, que proclama que el conocimiento es la transformación de la experiencia en una conceptualización, logrando el aprendizaje mediante un proceso de reflexión sobre la experiencia vivida (Urquidi et al., 2019).

R4. El espacio de simulación no sólo es un espacio donde los seres humanos se transforman, sino que donde los seres humanos y la actividad humana transforman el espacio, enseñar en estos espacios de simulación es exigente para los educadores que deben apoyar el aprendizaje de todos los estudiantes. Por lo que una comprensión más profunda del espacio de simulación puede ayudar a los educadores a desarrollar intervenciones pedagógicas, que abran aún más las oportunidades de aprendizajes de los estudiantes (Rooney et al., 2018).

R5. Los simuladores se utilizan para practicar en un entorno seguro antes de entrenar en un entorno crítico de seguridad. Dado que la naturaleza de las situaciones encontradas en los dominios de alto riesgo es complejo y dinámico, se considera importante que la simulación se asemeje condiciones de las tareas del mundo real. Por esta razón, la formación basada en la simulación es importante en términos de la relación con el mundo real (Charlott Sellberg, 2016).

Q2. ¿Cuál es el impacto educativo en la implementación de los simuladores?

R1. Posibilidad de desarrollar un mecanismo de colaboración en el entorno de simulación, una plataforma virtual o en red para la observación entre pares de las tareas de programación, pueden proporcionar oportunidades para seguir los procesos de finalización de tareas que también pueden ayudar a los estudiantes a compartir ideas y resolver problemas de manera más eficiente y prácticas reflexivas con pares en tareas de programación completadas (Golam Jamil, & Sakirulai Olufemi, 2019).

R2. Es importante que el docente conozca los estilos de aprendizaje y la identificación de los estados afectivos de sus estudiantes, haciendo así que los profesores puedan conocer las preferencias y el comportamiento de los estudiantes (Khan et al., 2019).

R3. Las simulaciones son una herramienta pedagógica útil para aprender promoviendo la motivación intrínseca entre los estudiantes, fomentando el compromiso y desarrollando habilidades. Se recomienda que la educación superior incluya simulaciones en sus procesos educativos, ya que apoyan el aprendizaje extensivo de dos áreas diferentes: la primera, son un puente entre la teoría y la práctica, permitiendo a los estudiantes la oportunidad de adquirir experiencia a través de la participación, y la segunda facilitan el aprendizaje a través de las acciones que llevan a cabo y sus consecuencias, ya que, cuando los participantes perciben una realidad, piensan y toman decisiones para lograr su objetivo final (Urquidi et al., 2019).

R4. El aprendizaje puede darse a través de la alineación de la pedagogía y el espacio, explorar pedagogías de espacios de simulación utilizando casos prácticos ilustrativos que estén impulsados empíricamente y que contribuyan a una visión de nuevos espacios de aprendizaje (Rooney et al., 2018).

R5. Con una formación basada en simuladores se pueden hacer experiencias y aprender lecciones de manera libre de riesgos. El entorno controlado del simulador también tiene ventajas pedagógicas porque los ejercicios pueden diseñarse para capacitar y evaluar resultados específicos de aprendizaje. En un simulador, la complejidad en diferentes situaciones puede añadirse o reducirse, adaptarse a la experiencia y los conocimientos previos de los estudiantes. Además, la formación basada en simuladores ofrece la posibilidad de realizar cambios durante el escenario para ajustarse al rendimiento del estudiante o incluso pausar el escenario para retroalimentación y discusión (Charlott Sellberg, 2016).

5 Análisis

A partir de las revisiones, se identificaron algunos aspectos del conocimiento, pero falta revisar, según los autores, sobre lo poco que se discute acerca de cómo integrar y documentar evidencias de aprendizajes, estableciendo comparativas entre la implementación de varios simuladores, bajo la misma temática de estudio, el proceso de capacitación docente, desde un apoyo efectivo en el uso del recurso tecnológico, como caso particular en los simuladores, para garantizar un rendimiento eficiente en el aprendizaje. Ahora bien, los vacíos que se encuentran se relacionan con las estrategias tradicionales de enseñanza frente a las estrategias mediadas por tecnologías y las limitaciones relacionadas al uso del recurso tecnológico en el proceso de simulación, sin embargo existen contradicciones o desacuerdos entre los autores sobre cómo la interactividad y el realismo en las simulaciones pueden ser factores que afecten la complejidad, lo cual dificulte el diseño intuitivo de la herramienta tecnológica.

Respecto a los simuladores encontrados en la revisión, se tiene: Physics Education Technology Project, (PhET) (ver Figura 1), el cual

está diseñado para ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de investigación científica mediante la exploración de las relaciones de causa y efecto, es gratuito y muestra procesos dinámicos lo cual contribuye a : alentar a la investigación científica, proporcionar interactividad, hacer visible lo invisible, mostrar modelos mentales visuales, incluir múltiples representaciones (por ejemplo, el movimiento de objetos, gráficos, números, etc.).

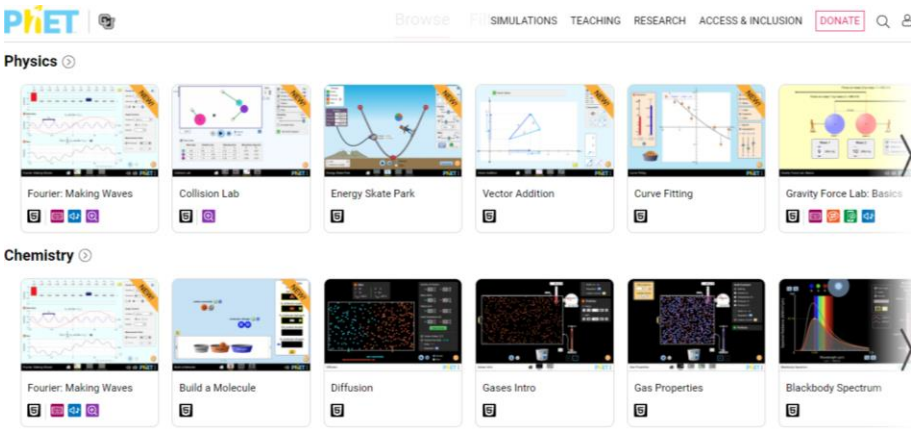


Fig. 1. Pantalla inicial del simulador PhET

Otro de los simuladores encontrados en la revisión fue Tinkercad (ver Figura 2), empleado desde una perspectiva educativa y de electrónica, es Software desarrollado por la compañía Autodesk, es gratuito, trabaja en línea, sólo se requiere un registro empleando una cuenta de correo personal. Permite el diseño para posteriormente simular y comprobar si el circuito eléctrico o electrónico ha sido correctamente elaborado. Trabaja con placas como Arduino que son programadas para controlar prototipos con cierto grado de inteligencia.

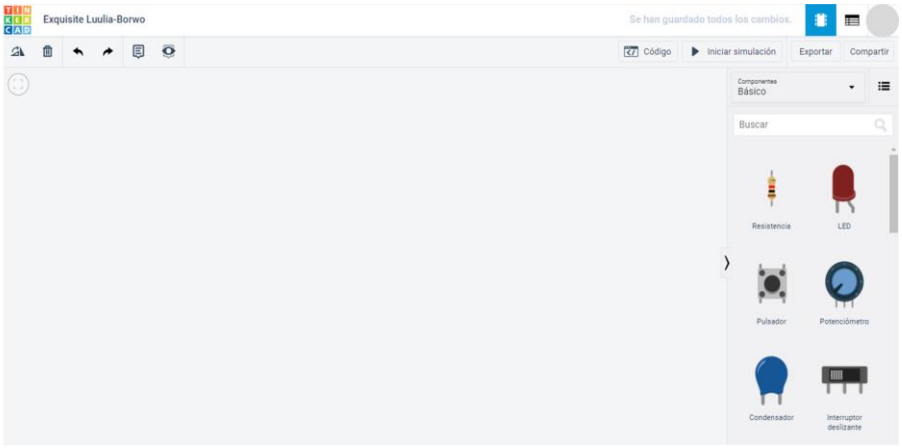


Fig. 2. Pantalla inicial del simulador Tinkercad

Ahora bien, consideramos que los elementos que se deben atender para el empleo de simuladores en tiempos de pandemia desde una visión operativa son: que sean fácil acceso, fácil descarga en línea, gratis o considerables desde el punto de vista económico. Por otra parte, conforme a lo establecido por (Velazco et al., 2017) otros elementos a considerar son: la interactividad y el realismo, la primera permite al usuario asignar un significado permitiendo entre otras cosas la conexión, de las animaciones con el fenómeno a estudiar, posibilitando contemplar las representaciones erróneas de los usuarios, confrontar ideas y promover la reconstrucción de nuevas representaciones.

Por su parte, otro elemento es el realismo que presentan las animaciones, dibujos y esquemas presentes en el cúmulo de simulaciones desarrolladas. Se encuentran aquellas que hacen un fuerte hincapié en el detalle, tanto en el gráfico como en la modelización, es decir, con un alto nivel de realismo, como también aquellas que son más esquemáticas, sin tanto detalle y con más énfasis en la simplificación del modelo físico. Los autores concuerdan que niveles altos de interactividad y realismo mejoran el desempeño de los estudiantes.

Conclusiones

De acuerdo con la revisión realizada, considerando la pregunta central del estudio relacionada con los referentes educativos en las que se orientan el uso de simuladores, como herramientas interactivas en educación superior y como pregunta secundaria enfocada en el impacto educativo de la implementación de los simuladores. La revisión arroja aportes a la comunidad educativa que complementa su práctica en el empleo de simuladores como medio interactivo en la enseñanza y en el aprendizaje. El uso de los simuladores en educación superior permite el empoderamiento del estudiante, es decir, mediante el establecimiento de una metodología de enseñanza enfocada en la promoción del aprendizaje autónomo, el estudiante logra alcanzar niveles de autonomía, toma de decisiones, además pueden presentar un dominio frente a los riesgos que puedan acontecer en el mundo real. Debido a que los simuladores son presentados como una herramienta de enfoque interactivo en varias áreas del conocimiento, es percibido como un elemento que proporciona un proceso de transformación en el aprendizaje, debido a que la experiencia lleva a la conceptualización mediante procesos de reflexión, donde el pensamiento crítico concibe la oportunidad al estudiante de resolver problemas de manera más eficiente y brindando la posibilidad de desarrollar un mecanismo de colaboración en el entorno de simulación entre pares.

6 Trabajo futuro

Realizar una búsqueda más específica empleando otra metodología como una revisión sistemática de la literatura, estableciendo preguntas iniciales, ecuaciones de búsqueda y flujogramas propios del proceso de búsqueda y selección.

Ampliar esta revisión documental con un mayor número de artículos, considerando que esta contribución permite ubicar un punto de partida para el desarrollo de la tesis doctoral, desde dos perspectivas (1) el impacto educativo en la implementación de los simuladores y (2) los referentes educativos en las que se orientan como herramientas interactivas en educación superior.

Agradecimientos. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca con número de apoyo 775434 para la realizar esta contribución.

Referencias

Aguilera, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? Revista de la Sociedad Española del Dolor, 21(6), 359-360. https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010

Armando, J. (2020). Construcción de un Prototipo Mecatrónico y Uso de Simuladores: Alternativa para Fomentar el Aprendizaje de la Física en Estudiantes de Educación Básica (pp.1-116). http://dx.doi.org/10.6036/NT9673

CEPAL-UNESCO (2020. La educación en tiempos de la pandemia COVID-19. Informe COVID-19. Recuperado el 04 de septiembre de 2021: Informe CEPAL, OREALC y UNESCO: "La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19" – UNESCO-IESALC

Corral Abad, E, Gómez García, MJ, Ruiz Blázquez, R, Castejon, C, García-Prada, JC. "Effects of an android app on mechanical engineering students". Comput Appl Eng Educ. 2018; 26: 1050– 1057.

Díaz Pinzón, J. E. (2018). Aprendizaje de las Matemáticas con el uso de Simulación. Sophia, 14(1), 22-30. https://doi.org/10.18634/sophiaj.14v.1i.519

Gámez, J. A. (2020). Construcción de un Prototipo Mecatrónico y Uso de Simuladores: Alternativa para Fomentar el Aprendizaje de la Física en Estudiantes de Educación Básica. [Universidad Politécnica de Sinaloa]. http://repositorio.upsin.edu.mx/Fragmentos/tesinas/_5PN0M3L6Z_8736.pdf

Gómez, D., Carranza, Y., Ramos, C. (2016) Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. Chakiñan, Revista de ciencias sociales y humanidades 1, 46-56. https://doi.org/10.37135/chk.002.01.04

Jamil, M. G., & Isiaq, S. O. (2019). Teaching technology with technology: Approaches to bridging learning and teaching gaps in simulation-based programming education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(1), 25. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0159-9

Khan, F. A., Akbar, A., Altaf, M., Tanoli, S. A. K., & Ahmad, A. (2019). Automatic Student Modelling for Detection of Learning Styles and Affective States in Web Based Learning Management Systems. IEEE Access, 7, 128242-128262. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2937178

Ledo, M. J. V., Martínez, R. A., Monteagudo, M. A. R., & Bravo, J. A. M. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. 13.

Melgar, D. A. S. (2015). Dr. José Victor Quispe Atuncar. Secretario. 157.

Montoya, P. A. (2017). El desarrollo del pensamiento científico a través de la integración de ambientes de aprendizaje mediados por las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de la física [Universidad de La Sabana]. https://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/30173?show=full

Rooney, D., & Nyström, S. (2018). Simulation: A complex pedagogical space. Australasian Journal of Educational Technology, 34(6). https://doi.org/10.14742/ajet.4470

Sellberg, C. (2017). Representing and enacting movement: The body as an instructional resource in a simulator-based environment. Education and Information Technologies, 22(5), 2311-2332. https://doi.org/10.1007/s10639-016-9546-1

Sánchez, L. K. (2012). Influencia que ejercen las estrategias tecnopedagógicas sobre el aprendizaje significativo de los estudiantes inscritos en cursos virtuales del programa de Administración de Empresas en Institución de Educación Superior Abierta y A Distancia [Tecnológico de Monterrey]. http://hdl.handle.net/11285/571735

Swe, M., Afari, E., & Ali, N. (2019). Investigating Technological Pedagogical Content Knowledge Competencies among Trainee Teachers in the Context of ICT Course. 65(1).

Torres, L. J. (2018). Dr. José Victor Quispe Atuncar. Secretario [Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18368/Torres_AL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Urquidi-Martín, A., Tamarit-Aznar, C., & Sánchez-García, J. (2019). Determinants of the Effectiveness of Using Renewable Resource Management-Based Simulations in the Development of Critical Thinking: An Application of the Experiential Learning Theory. Sustainability, 11(19), 5469. https://doi.org/10.3390/su11195469

Vargas, N. A., Niño, J. A., & Fernández, F. H. (2020). Aprendizaje Basado En Proyectos Mediados Por TIC Para Superar Dificultades En El Aprendizaje De Operaciones Básicas Matemáticas. 3, 14.

Vidal, M. J., Martínez, R. A., Monteagudo, M. A. R., & Bravo, J. A. M. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. 33(4), 13.

Yot, C., Marcelo, C., & Mayor, C. (2015). Enseñar con tecnologías digitales en la Universidad. Comunicar, 22, 113-121. https://doi.org/10.3916/C44-2015-12

Adaptación al Aprendizaje Remoto Durante la Pandemia de COVID-19 y Habilidades Socioemocionales de Estudiantes Universitarios

Thelma Eloisa López Villa
[1]Maestría en Investigación Educativa,
Universidad Iberoamericana Puebla, Boulevard del Niño Poblano #2901,
Reserva Territorial Atlixcáyotl, San Andrés Cholula, México
thelmaeloisa.lopez@iberopuebla.mx

Resumen. El propósito de este trabajo es realizar un estudio exploratorio piloto en la fase inicial de una investigación en estudios de posgrado, que busca identificar los factores internos, externos y las habilidades socioemocionales usadas por los estudiantes en procesos de adaptación al aprendizaje remoto durante la pandemia de COVID-19. Para ello se realizó la operacionalización de las variables Adaptación y Habilidades Socioemocionales, se presentan los datos obtenidos de la aplicación piloto a 195 estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura de universidad pública del estado de Puebla.

Palabras Clave: Adaptación, Estudiantes Universitarios, Habilidades Socioemocionales, COVID-19.

1 Introducción

Al cierre de las instalaciones de instituciones de educación superior en todo el mundo y trasladar abruptamente a la enseñanza remota de emergencia, buscando la continuidad académica, como medida de contención en la pandemia de COVID-19, se originaron aceleradas soluciones de educación a distancia para asegurar la continuidad pedagógica, en el caso de América Latina y el Caribe se afectaron a aproximadamente 23.4 millones de estudiantes de educación superior (IESALC-UNESCO, 2020).

Los estudiantes se enfrentaron a diversas problemáticas que conllevó el distanciamiento social, incertidumbre ante los cambios del sistema presencial al remoto, condicione económicas, forma de relacionarse entre pares y profesores, etc. Esta situación les obligó a usar los recursos que tuvieron disponibles, para enfrentar las problemáticas y adaptarse a los cambios que trajo la pandemia a su vida académica y cotidiana, entre ellos sus recursos personales, como son los socioemocionales.

Por lo que éste estudio busca explorar los factores internos y externos entorno a la adaptación y sobre las habilidades socioemocionales usadas por los estudiantes universitarios durante la educación remota en el contexto de la pandemia de COVID-19.

2 Desarrollo

Aunque aún no hay datos oficiales de las principales dificultades que enfrentaron los estudiantes, la UNESCO indica que los estudiantes se enfrentaron a problemas de: equipamiento de tecnología de información y comunicación, conectividad a internet, aislamiento social, comunicación con pares y profesores, falta de adecuación de contenidos en línea alineados a los planes de estudio, profesorado no preparado para esta modalidad educativa, continuidad de horario regular y ansiedad respecto al COVID-19, que les ha requerido un esfuerzo de adaptación, para continuar con su educación con nuevas formas y medios de enseñanza-aprendizaje, así como la reorganizado su vida cotidiana para ajustarse a la situación de confinamiento (IESALC-UNESCO, 2020).

El cierre de las instalaciones universitarias provocó la interrupción de educación la presencial y el cambio a aprendizaje remoto, lo que ocasionó la pérdida de socialización e interacción presencial con la comunidad lo que implicó experimentación de soledad social (Händel et al.,2020), mayor esfuerzo del estudiante ya que el sistema de educación tradicional no ha fomentado la autorregulación ni autonomía de los estudiantes (García, 2020).

Por un período de casi dos años, se han puesto a prueba las capacidades de adaptación y afrontamiento de emociones y sentimientos de los estudiantes, ante la dificultad de control de la situación por lo han usado diversos recursos entre materiales, institucionales y personales, entre ellos las habilidades socioemocionales, para adaptarse y continuar sus estudios de manera remota, así como su vida cotidiana.

Los efectos que esta situación traerá a los estudiantes van desde el impacto en su formación académica y su bienestar emocional, a partir de sus experiencias durante la pandemia.

2.1 Adaptación

La adaptación conforme a (Gaxiola, 2015) es un: "proceso por medio del cual las personas utilizan los recursos históricos y situacionales a su alcance para ajustarse a su entorno…se encuentra presente en todo el comportamiento humano". Para Piaget todo proceso de adaptación implica la pérdida de homeostasis, pero entraña una movilización de recursos (Piaget, 1970). De acuerdo con Martin, Nejad, Colmar y Liem, la adaptabilidad se define como:

> "un ajuste cognitivo, conductual y/o afectivo de las personas, frente a situaciones de incertidumbre y novedad." En donde las personas desarrollan estrategias para adaptarse través del comportamiento cognitivo, conductual y afectivo…la disposición de los procesos de adaptabilidad en el ámbito educativo, se puede expresar mediante solución de problemas y respuesta a estímulos, circunstancias, situaciones y condiciones para obtener resultados positivos, mediante disposiciones, orientaciones y características de los individuos que impactan las estrategias que utilizan para ajustarse a su entorno. Factores de personalidad como extraversión, conciencia, entusiasmo y apertura, tienen un papel en la predicción adaptabilidad, por lo que los factores individuales predicen la adaptación (Martín et al.,2013).

2.1 Habilidades socioemocionales y educación universitaria

Conforme a Olmedo, Valor y Carrero las habilidades socioemocionales son: "herramientas para autorregular eficazmente las propias emociones, resolver problemas de forma eficaz, cultivar las relaciones interpersonales, teniendo en cuenta tanto las necesidades personales como las de los demás" (Gómez et al.,2020).

Por otro lado, existe una gran problemática que dificulta el estudio de las habilidades socioemocionales en la educación universitaria, ya que como lo afirma (López,2020) existe un desacuerdo conceptual, reflejado en la cantidad de términos asignados, para definir lo socioemocional, algunos autores las llaman habilidades no cognitivas, blandas o intrapersonales, otros las caracterizan como disposiciones, valores, competencias y habilidades.

El enfoque de habilidades implica una orientación a metas, vinculado a conductas sucesivas (López, 2020) y la posibilidad de su educabilidad o entrenamiento (Hadar et al., 2020).

En los últimos años ha crecido el interés en el campo socioemocional, ya que el desarrollo de la resiliencia, autoconciencia, autorregulación, comunicación, empatía y toma de decisiones responsable (Hadar et al., 2020), se han vuelto aún más importantes en los sistemas educativos universitarios, pues permiten a los estudiantes adaptarse a nuevos desafíos, garantizar la autoeducación y el aprendizaje a lo largo de la vida (Stukalo et al., 2020).

Por lo que es importante profundizar en estudios que exploren los aspectos socioemocionales como factores que influyen los procesos de adaptación en situaciones de crisis.

3 Metodología

Este trabajo es la parte inicial exploratoria para identificar los factores internos, y habilidades socioemocionales usadas por los estudiantes durante el proceso de adaptación al aprendizaje remoto. Por lo que se utilizó un enfoque metodológico cuantitativo.

El instrumento de identificar dimensiones de adaptación y habilidades socioemocionales que se empleó, fue la escala de actitudes, ya que, aunque es posible que se midan por observación directa de comportamientos en escenarios naturales, también es posible medirla mediante escalas tipo Likert (Gaxiola, 2015).

La escala conforme a (Monje, 2011), tiene como objetivo medir la intensidad de las actitudes y opiniones de la manera más objetiva posible y las define como: "afirmaciones, proposiciones y juicios, sobre los que el investigado manifiesta acuerdo o desacuerdo y el investigador a partir de las respuestas, deduce o infiere las actitudes de los investigados".

Al no encontrar en la revisión de la literatura alguna escala que considerara las variables: adaptación y habilidades socioemocionales en el contexto de la pandemia, se propuso una escala operacionalizaron a partir de las variables, dimensiones, indicadores de investigación, definiendo ítemes.

En cuanto a la adaptación se consideró que en el proceso de adaptación existen factores determinantes, tales como: condiciones y determinantes físicos, desarrollo y maduración intelectual, social, y emocional. Determinantes psicológicos (experiencias y aprendizaje hacia la frustración y conflicto, así como condiciones ambientales: hogar, familia, escuela, grupo (Albillos, 2011). Su operacionalización se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Estructura de las dimensiones y subdimensiones de factores de adaptación (Albillos, 2011).

Variable	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores	Ítemes
Adaptación	Factores internos	Biológicos	Hábitos saludables	1, 3,5
		Comportamiento	Autocuidado	2,4
	Factores externos	Condiciones físicas	Condiciones de equipamiento para actividad académica	7, 8, 9,
		Condiciones equipamiento	Condiciones de espacios para actividad académica	24
		Condiciones económicas	Posibilidades económicas, necesidad de trabajar y estudiar.	10, 25
		Desarrollo y maduración	Social	13, 18
			Emocional	14
		Determinantes psicológicos	Resolución positiva de frustración y conflictos.	15
		Condiciones ambientales	Colaboración familiar del trabajo en casa.	17, 33
			Estrategias educativas previas.	6
			Apoyo institucional.	19
			Apoyo de grupo.	20
			Apoyo de profesores.	21
			Apoyo recursos educativos.	22 23

Para las habilidades socioemocionales se eligió, la taxonomía del modelo de los Cinco Grandes (Big Five Model) (OECD, 2015) ya que es modelo ampliamente investigado y aplicado, que parte de una amplia revisión conceptual y empírica de habilidades socioemocionales, en la que se han encontrado estructura similares de cinco factores de características de personalidad, la consistencia en los resultados ha contribuido aceptación del modelo, incluye la mayoría de las habilidades sociales y emocionales estudiadas hasta el año 2021 y es adecuado para describir habilidades socioemocionales en jóvenes (OECD, 2021). Su operacionalización se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Estructura de las dimensiones y subdimensiones de las habilidades socioemocionales a partir del Modelo de los Cinco Grandes (OECD, 2015).

Variable	Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores
Habilidades socioemocionales	Autogestión	Orientación a metas	Establecer estándares para uno mismo y trabajar para cumplirlos.
		Responsabilidad	Cumple sus acuerdos y compromiso académicos.
		Autocontrol	Se concentra y evita distracciones durante sus actividades académicas.
		Persistencia	Termina proyectos de tarea o trabaja constantemente una vez iniciados.
	Compromiso con los demás	Conexión social	Mantiene conexiones sociales, trabaja en equipo.
		Asertividad	Se expresa cuando está en desacuerdo con los demás.
		Entusiasmo	Realiza actividades académicas con energía y entusiasmo.
	Colaboración	Empatía	Consuela a un amigo.

		Confianza	Asume lo mejor de las personas.
		Cooperación	Colabora en equipo de trabajo. Se compromete.
	Regulación emocional	Regulación del estrés	Mantiene estabilidad emocional ante situaciones de estrés.
		Optimismo	Mantiene expectativas positivas y optimistas para sí mismo y la vida.
		Control emocional	Controla las emociones en situaciones de conflicto.
	Mentalidad abierta	Curiosidad	Explora nuevos aprendizajes.
		Tolerancia	Es abierto a diferentes puntos de vista.
		Creatividad	Genera formas novedosas de hacer o pensar a través de la exploración.

3.1 Criterios para elegir a los jueces para la validación por juicio de expertos

Para validar el contenido de la escala se realizó por medio de *juicio de expertos*, que "se caracteriza por contar con un número de expertos que evalúan los diferentes ítems…en función de su relevancia y representatividad al constructo" (Bernal et al., 2018).

Se seleccionaron jueces que tuviesen experiencia en los campos de la investigación, tutoría y docencia universitaria. Los perfiles se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Perfiles de jueces que realizaron validación de contenido de escala factores de adaptación y habilidades socioemocionales.

No. de juez	Perfiles
1	20 años docencia universitaria y 10 en investigación.
2	12 años docencia universitaria e investigación.
3	25 años de experiencia en docencia universitaria y 5 tutoría.

Se dio una ponderación en cada ítem sobre los aspectos de congruencia, claridad, coherencia, inducción a la respuesta, lenguaje y medición de la dimensión e indicador, se aplicó el cálculo de Kappa de Fleiss, obteniendo el resultado de 0.3167, para la interpretación del valor se realizó con el criterio de Landis y Koch (Bernal et al., 2018), donde a partir del valor obtenido, equivale que el instrumento presenta una fuerza de concordancia: aceptable.

Este fue un estudio piloto, por lo que los resultados no son representativos de la población actual de estudiantes. El instrumento se aplicó de manera digital a 195 alumnos de 5 grupos del área de Tecnología de la Licenciatura en Arquitectura de una universidad pública del estado de Puebla el período académico primavera 2021, quienes participaron de manera voluntaria.

El criterio de inclusión fueron alumnos que han estudiado de manera remota desde inicio de la pandemia. La muestra fue por conveniencia, ya que las condiciones de distanciamiento social, solo fue posible invitar a algunos estudiantes, a quienes se les pidió su participación de manera voluntaria, enviándoles la liga digital de la escala.

4 Hallazgos y discusiones

En la tabla 4 se indican los datos generales de los estudiantes que participaron en el estudio.

Tabla 4. Datos generales de participantes en instrumento piloto.

Sexo	Hombres=110	Mujeres=85
	56%	44%
Edad	De 20 a 23 años	
Nivel en formación académica	De 5º a 9 º semestre	

En la tabla 5 se muestran los porcentajes de las respuestas recabadas de las variables factores de adaptación.

Tabla 5. Respuestas de escala de Adaptación con porcentajes de mayor frecuencia.

Dimensiones	Subdimensiones	Indicadores	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Factores internos	Biológicos	Hábitos saludables	22.03%	34.36%	21.51%	13.33%	9.74%
			29.23%	36.41%	16.41%	11.28%	6.67%
			4.62%	18.97%	24.10%	35.9%	16.41%
	Comportamiento	Autocuidado	22.05%	34.36%	21.51%	13.33%	9.74%
			12.31%	25.13%	22.05%	26.15%	14.36%
	Desarrollo y maduración	Social	6.15%	25.64%	26.67%	31.79%	9.74%
			20.51%	43.08%	20.00%	11.79%	4.62%
		Emocional	25.54%	43.59%	17.44%	11.28%	2.05%
	Determinantes psicológicos	Resolución positiva de frustración y conflictos	13.85%	**49.74%**	21.03%	14.87%	0.51%
Factores externos	Condiciones físicas	Condiciones de equipamiento para actividad académica	30.26%	39.49%	8.72%	15.9%	5.64%
			16.41%	34.87%	16.41%	24.62%	7.69%
			8.21%	24.10%	23.59%	30.26%	13.85%
		Condiciones de espacios para actividad académica	18.97%	**51.79%**	17.44%	10.26%	1.54%

	Condiciones económicas	Posibilidades económicas, necesidad de trabajar y estudiar	22.05% [2]	3.08% [3]	10.26%[4]	23.08% [5]	**41.54%[6]**
			17.95%	31.79%	18.46%	24.62%	7.18%
	Condiciones ambientales	Apoyo de familia y de colaboración del trabajo en casa	41.54%	45.13%	5.64%	7.18%	0.51%
			45.64%	38.46%	10.77%	4.62%	0.51%
		Estaregias educativas	14.87%	43.08%	22.05%	12.31%	7.69%
		Apoyo institucional	4.62%	23.08%	40.51%	17.95%	13.85%
		Apoyo de grupo	31.28%	46.67%	10.26%	9.74%	2.05%
		Apoyo de profesores	27.69%	47.18%	17.95%	5.64%	1.54%
		Apoyo recursos educativos	32.82%	48.21%	8.72%	7.18%	3.08%
			34.36%	42.05%	12.82%	6.15%	4.62%

Se encuentra que, en factores internos, la mayor respuesta se observó en la resolución positiva de frustración y conflicto con cerca con 49.74% de las respuestas. En cuanto a los factores externos el 51.79% le fue posible acondicionar los espacios para sus actividades académicas. La mayor parte de las respuestas se concentró en estar de acuerdo en cuanto a los factores económicos y ambientales.

La mayor parte 41.54% indicó que, "estudia como lo venía haciendo, desde antes de la pandemia, no ha tenido que trabajar". La respuesta con mayor porcentaje de desacuerdo fue la mejor organización de su tiempo, para evitar desvelarse y lograr establecer una rutina de trabajo que les permita descansar con un 35.90% así como la opinión de que han mejorado sus relaciones interpersonales con amigos. La única respuesta indecisa es sobre el apoyo que la institución ha brindado a través de herramientas y acompañamiento académico.

[2] Estudiaba antes de la pandemia, pero este período tuvo que trabajar.

[3] Ha trabajado y aún continua, interrumpió un tiempo estudios.

[4] Solo estudia y dejó de trabajar por cuestiones de la pandemia.

[5] Estudia y trabaja, nada ha cambiado.

[6] Solo estudia, como lo veía haciendo antes de la pandemia.

Se observando que, a pesar de encontrar la mayor cantidad de factores en apoyo a la adaptación, existen algunos factores internos que en los que les ha sido difícil el proceso de adaptación.

En la tabla 6 se muestran las habilidades socioemocionales, resaltando las de mayor frecuencia.

Encontrando que los porcentajes con mayor frecuencia de las habilidades socioemocionales usadas por los estudiantes durante la pandemia, la mayor respuesta fue: "de acuerdo", excepto el autocontrol con un 30.26% con respuesta "indecisa" y por la mayor respuesta de "totalmente de acuerdo", ante la regulación del estrés. El porcentaje más altos, se registró en la dimensión mentalidad abierta expresados a través de: "desarrollar capacidades de búsqueda de recursos y análisis de información al tener dudas de las clases" 61.54%.

Llama atención que ante los grandes desafíos que los estudiantes han enfrentado con el aprendizaje remoto, donde algunos estudiantes han desarrollado un mayor trabajo independiente, administrado de mejor manera su tiempo, utilizado habilidades, experimentando nuevas formas de educación durante la pandemia por COVID-19 (Kyungmee et al., 2020). Por lo que explorar acerca de la manera en que sus recursos personales les han sido clave para enfrentar las dificultades y el ajuste al aprendizaje remoto, es un área de oportunidad para realinear las estrategias de aprendizaje y enseñanza y educar para la incertidumbre.

Tabla 6. Respuestas de escala habilidades socioemocionales con porcentajes de mayor frecuencia.

Dimensiones	Subdimen-siones	Indicadores	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desa-cuerdo	Total-mente en desa-cuerdo
Autogestión	Orientación a metas	Establecer estándares para uno mismo y trabajar para cumplirlos.	21.54%	47.69%	24.62%	4.62%	1.54%
	Responsabilidad	Cumple sus acuerdos y compromiso académicos.	7.18%	32.31%	28.72%	22.05%	9.74%
	Autocontrol	Evita distracciones	5.13%	24.62%	30.26%	23.59%	16.41%
	Persistencia	Termina proyectos de tarea	7.18%	40.51%	26.67%	15.38%	10.26%
		Trabaja constantemente	9.23%	34.36%	27.69%	24.10%	4.62%
Compromiso con los demás	Conexión social	Mantiene conexiones sociales	9.74%	32.31%	27.18%	23.08%	7.69%
			15.38%	36.41%	25.64%	14.87%	7.69%
	Asertividad	Se expresa cuando está en desacuerdo.	19.49%	55.38%	18.97%	4.62%	1.54%
	Entusiasmo	Realiza actividades académicas con energía.	17.95%	49.74%	21.54%	6.67%	4.10%
Colaboración	Empatía	Consuela a un amigo.	33.85%	53.33%	9.74%	3.08%	0.00%
	Confianza	Asume lo mejor de las personas.	22.56%	56.41%	14.87%	5.13%	1.03%
	Cooperación	Colabora y se compromete en equipo	11.28%	34.36%	29.23%	15.38%	9.74%
Regulación emocional	Regulación del estrés	Mantiene estabilidad emocional ante situaciones de estrés.	44.10%	38.46%	8.21%	7.69%	1.54%
			16.92%	43.59%	24.10%	11.79%	3.59%
	Optimismo	Mantiene expectativas positivas para sí mismo y la vida.	30.26%	50.77%	15.38%	2.56%	1.03%
			14.87%	36.92%	29.23%	15.90%	3.08%

	Control emocional	Controla las emociones en situaciones de conflicto.	21.54%	37.44%	21.54%	15.90%	3.59%
Mentalidad abierta	Curiosidad	Explora nuevos aprendizajes.	13.85%	59.49%	18.97%	5.13%	2.56%
	Tolerancia	Es abierto a diferentes puntos de vista.	14.36%	**61.54%**	16.41%	5.64%	2.05%
	Creatividad	Genera formas novedosas de pensar.	12.31%	30.26%	22.05%	25.13%	10.26%

5 Reflexiones finales

Este estudio permitió una exploración inicial sobre los factores internos y externos que han estado presentes durante el proceso de adaptación al aprendizaje remoto de los estudiantes universitarios que participaron en este estudio, así como de las habilidades socioemocionales empleadas, como herramientas de ajustes ante cambios.

Al ser una prueba piloto, no es posible generalizar los resultados, se continuará con la fase de ajuste del instrumento para encontrar las variables latentes relacionadas, así como en las adecuaciones de precisión en algunos ítemes que se observaron al aplicar y analizar los resultados del instrumento. Esta investigación se complementará con un enfoque cualitativa, ya que busca explorar diferentes aspectos del fenómeno estudiado, tales como visión del estudiante desde su experiencia.

Aún es necesario profundizar en los diferentes contextos que los estudiantes han enfrentado, tales como aquellos, que han tenido que estudiar de manera remota en materias que les requieren prácticas de laboratorio, así como explorar la influencia del perfil educativo de diferentes licenciaturas, así como la experiencia en los diferentes niveles de formación (nuevo ingreso, intermedia y por egresar).

Por lo que es muy importante profundizar en los procesos, percepciones, herramientas y recursos de los estudiantes, que han sido empleadas por los estudiantes para la adaptación ante el la incertidumbre, desafíos y retos que les ha representado la pandemia. ya que son los principales actores del proceso educativo.

Referencias

Albillos, B. V. (1979). Aproximación al concepto psicológico de adaptación. Revista Española de Pedagogía, 146. https://revistadepedagogia.org/xxxvii/no-146/aproximacion-al-concepto-psicologico-de-adaptacion/101400049238/

Bernal G.M.I., Salamanca J. D. R., Perez G. N., Quemba M. M. P. (2018). Validez de contenido por juicio de expertos de un instrumento para medir percepciones físico-emocionales en la práctica de disección anatómica. Educación Médica, 21(6), 349–356.

García A. (2020). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1). https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28080

García, C. B. (2018). Socio-emotional, non-cognitive or "soft" skills: approximations to their evaluation. Revista Digital Universitaria, 19(6). https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n6.a5

Gaxiola, J. C. (2015). Adaptación psicológica humana. Pearson Educación, pp. 106. https://elibro-net.proxydgb.buap.mx/es/ereader/bibliotecasbuap/38032?page=28

Gómez, O. A. M., Valor, C., y Carrero, I. (2020). Mindfulness in education for sustainable development to nurture socioemotional competencies: A systematic review and Meta-analysis. Environmental Education Research, 26(11), 1527–1555. https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1777264

Hadar, L., Ergas, O., Brasha, A., y Ariav, T. (2020). Repensar la formación del profesorado en un mundo VUCA: las competencias socioemocionales de los futuros profesores durante la crisis de Covid-19. European Journal of Teacher Education. 4(43), 573-586. https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1807513

Händel M., Stephan M., Gläser Z. M, Bärbel K., Bedenlier S. y Ziegle A. (2020). Digital readiness and its effects on higher education students' socio-emotional perceptions in the context of the COVID-19 pandemic, Journal of Research on Technology in Education, DOI: 10.1080/15391523.2020.1846147

Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe., Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). COVID-19 y educación superior: De los efectos inmediatos al día después. Editorial IESALC-UNESCO, pp. 44 http://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/04/COVID-19-060420-ES-2.pdf

Kyungmee, L.; Mik, F.; Xuefei, S; Brett, B. (2020). Student learning during COVID-19: It was not as bad as we feared. Distance Education 42:1, pages 164-172. https://doi.org/10.1080/01587919.2020.1869529

López, H. I. (2020). Social-emotional learning in higher education: Examining the relationship between social-emotional skills and students' academic success. University of Minnesota. https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/216365/LopezHurtado_umn_0130E_21513.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martin, A. J., Nejad, H. G., Colmar, S., y Liem, G. A.D. (2013). Adaptability: How students' responses to uncertainty and novelty predict their academic and non- academic outcomes. Journal of Educational Psychology, Vol 105(3), Aug 2013, 728-746. https://doi-org.proxydgb.buap.mx/10.1037/a0032794

Monje, C. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana, pp. 216. https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2015). Skills for Social Progress: the power of Social and Emotional Skills. Skills

Studies. Editorial OECD. http://dx.doi.org/10.1787/9789264226159

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2021). Beyond Academic Learning: First Results from the Survey of Social and Emotional Skills. Editorial OECD . https://doi.org/10.1787/92a11084

Piaget, J.; Nuttin, J., Bresson, P. (1970).Los procesos de adaptación. Proteo

Stukalo, N., y Simakhova, A. (2020). COVID-19 impact on Ukrainian higher education. Universal Journal of Educational Research, 8(8), 3673-3678. DOI:10.13189/ujer.2020.080846

Factores que influyen en la adopción de Repositorios de Recursos Educativos Abiertos por parte de los docentes

Ruth García-Solano, Juan Manuel González Calleros, Iván Olmos-Pineda
Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Puebla, México
ruth.garcias@alumno.buap.mx

Resumen. A través de una revisión sistemática de la literatura se analiza el comportamiento de los repositorios a partir del surgimiento de los Recursos Educativos Abiertos identificando en el periodo de 2015 a 2020 las investigaciones en las que los docentes reportan factores por los cuales recurren o no a los repositorios para buscar o compartir materiales que incorporan a su práctica docente. Utilizando el marco TOES se clasifican los once factores encontrados: etiquetado, estandarización, habilidades tecnológicas de los docentes, incentivos institucionales, difusión, capacitación, el papel de las bibliotecas, reutilización, colaboración, licenciamiento y privacidad. En los cuatro contextos: Tecnológico, Organizacional, Ambiental y de Seguridad.

Palabras Clave: Repositorios, TOES, Adopción, REA.

1 Introducción

Hace casi dos décadas, en el año 2002 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación La Ciencia y la Cultura (UNESCO) recomendó la adopción de Recursos Educativos de Libre Acceso. A lo largo de este tiempo el término ha evolucionado a Recursos Educativos Abiertos (REA), cuya última definición se acuerda en noviembre de 2019 en la 40a conferencia General de la UNESCO efectuada en París, estableciendo que: "Los Recursos Educativos Abiertos (OER, por sus siglas en inglés) son materiales de aprendizaje, enseñanza e investigación, en cualquier formato y medio, que residen en el dominio público o están protegidos por derechos de autor que han sido publicados bajo una licencia abierta, que permite el acceso, la reutilización, la adaptación y la

redistribución sin costo alguno por parte de terceros" (UNESCO, 2019).

Como ejemplo de este tipo de materiales se tienen: mapas curriculares, materiales de cursos, libros de texto, secuencias de videos, aplicaciones multimedia, podcasts y otros materiales diseñados para la enseñanza y el aprendizaje (Butcher, 2015). Estos se concentran en repositorios, considerados como el medio tecnológico adecuado para resguardar y mantener a disposición los REA, que como ya se mencionó están compuesto por una amplia gama de materiales.

En un gran esfuerzo de colaboración se han creado una gran cantidad de recursos educativos y colecciones gratuitas, a través de considerables financiamientos filantrópicos (William and Flora Hewlett Foundation, 2013) para que los profesores de todos los niveles educativos puedan acceder a material de calidad e incorporarlo a su práctica docente. Estos materiales no fueron adaptados sino creados para difundirse, compartirse y colaborar en medios digitales, contribuyendo así a proporcionar mejores experiencias de aprendizaje, democratizando la educación al proporcionar un acceso gratuito, global e igualitario al conocimiento.

Los REA son generalmente almacenados, clasificados y compartidos a través de plataformas llamadas repositorios que en mucho de los casos permiten a cualquier persona contribuir en la creación y publicación de materiales, tal es el caso del Repositorio de Recursos Educativos Multimedia para el Aprendizaje y la Enseñanza en Línea (MERLOT por sus siglas en inglés) que históricamente, es el primer esfuerzo colaborativo y formal en concentrar los materiales educativos para la consulta de libre acceso.

Una amplia clasificación de los repositorios identifica tres tipos: repositorios institucionales, temáticos y de datos, cada uno de ellos cumple funciones específicas. Los repositorios institucionales son creados por las instituciones para depositar, usar y preservar su producción científica y/o académica. Los repositorios temáticos, por su parte, son aquellos que recogen la producción de determinadas áreas de conocimiento a nivel internacional. Las grandes bases de información sobre temas específicos generalmente gestionadas por

administraciones públicas, fundaciones u organizaciones internacionales son resguardadas en repositorios de datos.

Sin embargo, cuando en marzo de 2020, la mayoría de los países cerraron las escuelas en todos los niveles educativos, impactando al 91% de los estudiantes de todo el mundo (UNESCO, 2020). Se detectaron que los principales problemas observados en la implementación de los modelos no presenciales de emergencia durante el confinamiento en América Latina estaban relacionados con la tecnología en casi un 40% (Fardoun et al, 2020). Si se considera a los repositorios como el principal medio tecnológico para resguardar bases de datos que almacenan y gestionan colecciones con funciones específicas que permiten la difusión, la reutilización o el acceso de forma unificada y organizada a los materiales producidos por estudiantes, docentes e investigadores adscritos a una institución generalmente educativa (Ammarukleart, 2017), entonces es evidente que la principal promesa del movimiento de Educación Abierta donde el conocimiento es un bien público que se puede aprovechar y compartir a través de la tecnología para que todos puedan usarlo y reutilizarlo (Smith y Casserly, 2006) no se había logrado (Beaven, 2018) como para apoyar una educación a distancia ante la situación de confinamiento global que se presentaba.

En este trabajo de investigación se considerarán únicamente los repositorios que concentran REA, a los que nos referiremos como Repositorios de Recursos Educativos Abiertos (RREA). Es a través de una revisión bibliográfica que se expone una selección de factores que influyen para que los docentes recurran a los RREA como un recurso cotidiano para enriquecer la experiencia de aprendizaje de sus estudiantes, se analizan los factores al interior de instituciones educativas. Empleando para ello el marco TOES (Technology, Organization, Enviroment, Security) desarrollado para explorar la adopción de la innovación tecnológica a nivel de organización (Olivera y Martins, 2010).

2 Marco TOES

La teoría de Difusión de Innovaciones (DOI por sus siglas en inglés) y el marco de Tecnología, Organización y Entorno (TOE por sus siglas

en inglés) son dos de las referencias más utilizadas para el análisis de la adopción de Tecnologías de la Información (TI) a nivel organizacional, ya que proporcionan una mejor comprensión de las decisiones de adopción de tecnologías de la información (Olivera y Martins, 2011).

La teoría DOI postula que hay que considerar cinco factores en la adopción de una innovación: la ventaja relativa, la posibilidad de observación, la compatibilidad, la complejidad y la capacidad de prueba (Olivera y Martins, 2011).

El marco TOE, desarrollado para explorar la adopción de la innovación tecnológica a nivel de organización (Olivera y Martins, 2010), postula que hay tres elementos al interior de una organización que influyen en el proceso mediante el cual se adopta e implementan innovaciones tecnológicas que son: contexto tecnológico, contexto organizacional y contexto ambiental, incluyendo dentro de estos contextos tantos factores como los investigadores consideren necesarios, lo que permite fusionar e incluir dentro del marco TOE, los factores de la teoría DOI (Tornatzky y Fleischer, 1990), logrando un marco más robusto para el análisis.

Atendiendo las preocupaciones acerca de la privacidad y el manejo de información en internet, que por naturaleza es inherente a los REA, se añade además la seguridad como un nuevo contexto al marco TOE, resultando en lo que se ha denominado marco TOES, que con esta adición considera cuatro contextos: Tecnológico, organizacional, Ambiental y seguridad (Infante Moro, 2021).

3 Revisión de la literatura

Una revisión sistemática de la literatura es un tipo de investigación que tiene como objetivo explorar la literatura científica disponible sobre un tema en particular para responder a una pregunta claramente formulada (Rodés-Paragarino et al, 2016). En la revisión se implementan métodos sistemáticos y explícitos para identificar, seleccionar y evaluar críticamente los estudios relevantes. Además, se implementan protocolos sistemáticos para recolectar los datos concentrando los hallazgos de dichos estudios para sacar conclusiones válidas sobre lo que dice la evidencia acerca del tema

en estudio (Meca, 2010). Las revisiones sistemáticas ofrecen una selección minuciosa, mediante una metodología de inclusión rigurosa pero replicable (Girard, 2014).

La revisión que se realizó inició desde una perspectiva bibliométrica sobre la investigación de "repositorios", en una ventana de tiempo entre los años 2002-2020 ya que considera el período desde que surgieron formalmente los REA, así como la necesidad de tecnología adecuada para resguardarlos y compartirlos. Posteriormente, proponemos una revisión de la literatura de carácter configurativo, incorporando bases de datos formales e informales en donde se identificaron estudios referentes a factores que condicionan o influyen para que los docentes recurran o no a los RREA en búsqueda de material que puedan incorporar a su práctica docente.

Dos preguntas guían la revisión que se realizó:

Desde que la UNESCO plantea los REA ¿Cuál ha sido el comportamiento estadístico de las investigaciones reportadas sobre repositorios?

¿Qué factores han influido en los últimos cinco años para que los docentes recurran a RREA como un medio tecnológico bajo el marco TOES, en su práctica docente?

Para responder a la primera pregunta se consideró únicamente la base de datos Scopus por su relevancia, además de contar con herramientas estadísticas integradas que permiten visualizar y analizar la información. Se realizó una búsqueda con la palabra clave "repositories" en la ventana temporal de 2002 a 2020 que comprende el periodo desde el surgimiento de los REA hasta el crítico año de 2020, donde el sistema educativo a nivel mundial implementó modelos emergentes para continuar con sus actividades en el necesario confinamiento. Los resultados de este análisis indican un crecimiento sostenido en las últimas dos décadas (Fig. 1). Reportando un total de 63,755 documentos de los cuales el 47,1 % se concentran en las áreas temáticas de Ciencias de la Computación, Ingeniería y Ciencias Sociales (Fig. 2). Donde Estados Unidos, Reino Unido y China encabezan la investigación (Fig. 3) al respecto del tema de los repositorios.

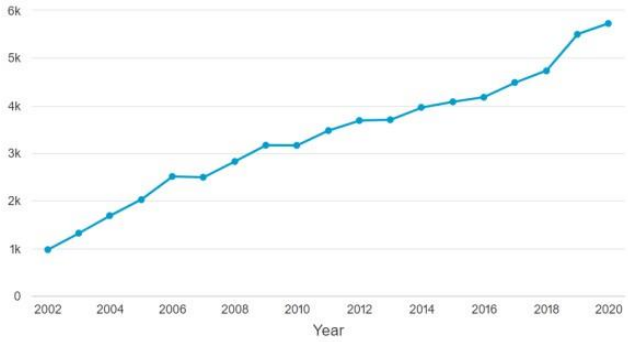


Fig. 1 Estadística de los documentos indexados en Scopus entre 2002-2020. Palabra clave "repositories". Fuente Scopus.

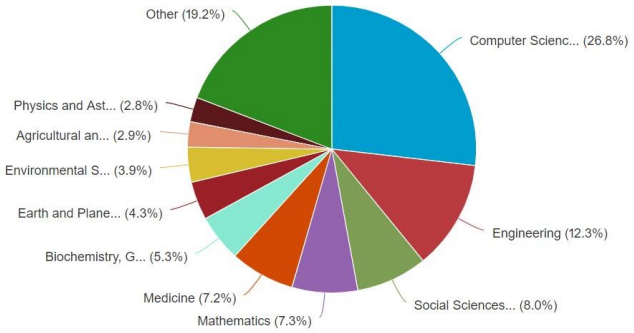


Fig. 2 Porcentaje por subárea de documentos indexados en Scopus entre 2002-2020. Palabra clave "repositories". Fuente Scopus

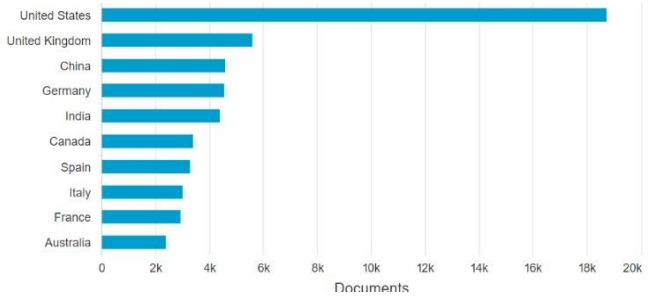


Fig. 3 Documentos por país o territorio indexados en Scopus entre 2002-2020. Palabra clave "repositories". Fuente Scopus

Para responder a la segunda pregunta de investigación, se utilizaron tanto fuentes formales como informales, en la primera categoría se consultaron las bases de datos bibliográficas electrónicas: DOAJ, ERIC, Scopus y Taylor & Francis. En la segunda categoría, fuentes informales se consideraron las bases de datos: IEEE Xplore y Semantic Scholar. Usando la configuración de búsqueda avanzada en las bases de datos que contaban con la herramienta, se ingresa la ecuación de búsqueda: 1) "repositories" AND 2) "education" AND 3) "use" AND 4) "adoption", si no se cuenta con la herramienta de búsqueda avanzada, se remplaza AND por &. Considerando los siguientes criterios de inclusión: (a) publicaciones entre enero de 2015 a diciembre de 2020, (b) acceso abierto o texto completo, (c) pertenecer a las áreas de educación o informática. Por tanto, los criterios de exclusión son: (d) publicaciones anteriores a 2015, (e) publicaciones sin acceso abierto, (f) que no correspondan al área de educación o informática. Resultando en una recopilación de 144 documentos entre los que se pueden encontrar estudios cualitativos (48%), cuantitativos (37%), mixtos (5%) así como revisiones de la literatura (10%) esta información se muestra concentrada en la Tabla 1.

Tabla 1 Cantidad de documentos encontrados en las bases de datos.

Base de datos	Documentos encontrados
DOAJ	1
ERIC	3
IEEE Xplore	1
Semantic Scholar	125
Scopus	2
Taylor & Francis	12

4 Factores que influyen en la adopción de RREA

De la muestra identificada en la revisión sistemática de la literatura se realiza una depuración manual, eliminando duplicados e identificando 54 investigaciones sobre docentes y los factores que ellos identifican desde su perspectiva como determinantes en la adopción de RREA.

Utilizando el marco TOES a continuación se clasifican los hallazgos.

4.1 Contexto Tecnológico

En el contexto tecnológico se identifican los siguientes factores:

1. El etiquetado (metadatos) que permite por un lado encontrar fácilmente los REA por parte de los usuarios finales, así como a los docentes que desean compartir sus REA integrándolos a un repositorio (Belikov y Bodily, 2016; Anderson et al, 2017; Doan, 2017; Hassall y Lewis, 2017; Perez, 2017; Asadi et al, 2019; Topps et al 2019).

2. Falta de estandarización. Pareciera que la gran diversidad de REA disponibles: presentaciones, videos, planes, programas, códigos, etc. Lejos de proporcionar a los docentes una amplia gama de opciones dificulta la selección del material apropiado dentro de un estándar para cada nivel escolar (Hayman, 2018; Saini, 2018; Funk, 2019; Heck, 2020).
3. Habilidades tecnológicas de los docentes. A pesar de contar con licencias abiertas que permiten la reutilización, adaptación y/o mezcla de los REA. Los docentes desestiman los materiales que requieren ser adaptados, ya que carecen de las habilidades, herramientas o conocimientos tecnológicos que les permitan editar, por ejemplo: audio y video. (Algers y Silva -Fletcher, 2015; Huang et al, 2020).

4.2 Contexto Organizacional

En el contexto organizacional se identifican los siguientes factores:

1. Ausencia de incentivos sostenibles a largo plazo. Si bien se pueden encontrar docentes motivados que por iniciativa propia participan en la elaboración y difusión de los REA, la falta de reconocimientos e incentivos personales o laborales, mediante los cuales se estimule la contribución del docente al repositorio de la institución en la que labora. Limita no solo la adopción de los repositorios (Judith y Bull, 2016; Rodés-Paragarino et al, 2016; González-Pérez et al, 2018; Pulker, 2019; Dubien, 2021), sino otros aspectos como su poblamiento y el desarrollo de herramientas de búsqueda o edición.
2. Difusión. Los modelos empleados hasta ahora por las instituciones educativas para dar a conocer la existencia y servicios que proporcionan los repositorios institucionales no han logrado alcanzar a la mayoría de la comunidad, continuando en el desconocimiento no solo de los estudiantes sino incluso de los docentes (González-Pérez et al, 2018; Simão de Deus y Francine, 2020).
3. Capacitación. Entre la comunidad de las instituciones educativas se reporta falta de capacitación para explotar los servicios vinculados con los repositorios, los usuarios desconocen lo que se puede hacer con los REA y como lograrlo mediante los servicios que proporciona el mismo

repositorio (Cronin, 2017; Hayman, 2018; Vladimirschi, 2018; Katz. 2019; Huang et al, 2020). Este factor organizacional se encuentra fuertemente vinculado con la falta de habilidades tecnológicas que reportan los docentes en el contexto tecnológico.

4. Biblioteca. La fragmentación de las distintas bases de datos dentro de las instituciones educativas confunde a los docentes sobre dónde y cómo deben buscar la información que requieren. Acceder a los repositorios a través de la biblioteca como camino principal es una sugerencia recurrente entre las investigaciones analizadas (Belikov y Bodily, 2016; Ammaruklear, 2017; Anderson et al, 2017; Doan, 2017; Perez, 2017; Nunda y Elias, 2019)

4.3 Contexto Ambiental

En el ambiente y la dinámica que se desarrollan al interior de las instituciones educativas se identificaron los siguientes factores:

1. Reutilización. Los docentes consideran que solamente es valioso resguardar y compartir el material que es viable para reutilizar posteriormente. La adopción de un repositorio está en función de la cantidad de material reutilizable con el que cuente (Cohen 2015; Cronin, 2017; Doan, 2017; Pulker, 2019).
2. Colaboración. Las recomendaciones directas o indirectas que realizan los docentes a sus colegas y estudiantes, particularmente en las fases de encontrar o compartir un REA se identificó como un factor que impacta positivamente en la adopción de RREA (Doan, 2017; Rivera y Chotto, 2017), ya que tanto docentes como estudiantes tienden a aceptar las recomendaciones sobre los repositorios que usan o recomiendan los miembros de una comunidad educativa, esto además contribuye con otro factor: la difusión.

4.4 Contexto de Seguridad

Dado que la disponibilidad de los REA se realiza en gran medida a través de medios tecnológicos son dos los factores que tienen en mente:

1. Licencias Creative Commons. El desconocimiento de las licencias con las que cuentan los REA así como las licencias con las que es posible difundir las adaptaciones o mezclas que se realicen, es un factor ampliamente considerado entre los docentes. Por una parte, algunos docentes se limitan al papel de usuarios de REA que básicamente solo implica encontrar recursos para enriquecer su practica docente. Y por el otro diversifica los papeles que puede adoptar un creador de contenido que incorpora REAs a un RREA (Huang et al, 2020).
2. Privacidad. Una de las oportunidades que brinda la difusión de REA es la visibilidad a nivel global que se logra, ya que cualquier usuario, en cualquier parte del mundo tiene acceso a los materiales elaborados, visibilidad que en ocasiones no es bien recibida por parte de algunos docentes que lo perciben como un riesgo a su privacidad (Huang et al, 2020).

5 Discusión

A pesar de que los REA tienen el potencial de mejorar de manera iterativa y continua la calidad de la enseñanza y aprendizaje a través del desarrollo efectivo y el intercambio de innovaciones educativas y pedagógicas (Iiyoshi y Krumar, 2008) e incluso de desarrollar nuevas formas de enseñanza aprendizaje únicamente posibles y prácticas cuando se tienen los permisos para participar en la reutilización, adaptación, mezcla, difusión y conservación del material didáctico (Wiley et al, 2012). No han permeado en las instituciones educativas, ni han convencido o convertido a los docentes en aliados importantes para la adaptación y reutilización de material apropiado en sus contextos. Al centrar los esfuerzos en identificar los factores que se relacionan particularmente con encontrar, reutilizar y conservar los REA, el análisis nos lleva a los repositorios que hoy por hoy son el principal recurso tecnológico para cubrir esas necesidades inherentes de los REA. El problema al ser abordado desde la perspectiva que ofrece el marco TOES, enfocado particularmente en el análisis de la adopción de Tecnologías de la Información (TI) a nivel organizacional, no establece una total independencia entre los contextos, tal y como sucede en la realidad. Al interior de las instituciones educativas e

incluso de cada uno de los salones de clase se dan relaciones de dependencia e interdependencia. Esta situación particular permite identificar factore que impactan en varios contextos, por ejemplo, si desde el contexto institucional se diseña una estrategia enfocada en la capacitación, los docentes mejorarían sus habilidades tecnológicas incluyendo la del cuidado de la privacidad impactando en mayor o menor medida en el contexto tecnológico, ambiental y de seguridad. Un buen inicio para cambiar la realidad actual de los RREA es identificar los factores que influyen directamente en los docentes, posteriormente se puede trazar una ruta que valide tales factores, estableciendo las posibles relaciones y/o correlaciones para finalizar en una propuesta de estrategias mediante la cual se incremente la participación de los docentes en los RREA.

Quizá el desarrollo en el que se encuentran actualmente los RREA, en cuanto al número de usuarios y la cantidad de recursos que resguardan sea un aspecto por el cual la seguridad no ha despertado el interés de los investigadores, por ello los escasos artículos encontrados al respecto. Sin embargo, seguramente el incremento de los usuarios y las dinámicas que se pueden observar en las diversas prácticas que se realizan sobre los REA despertará el interés al respecto.

6 Conclusiones y trabajo futuro

La revisión de la literatura permitió identificar 11 factores vinculados a la adopción de los RREA por parte de los docentes, que se clasifican dentro del marco TOES, tres de ellos en el contexto tecnológico, cuatro en el contexto organizacional, dos en el contexto ambiental y dos más en el contexto de seguridad como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Factores de adopción clasificados en el modelo TOES

Contexto			
Tecnológico	**Organizacional**	**Ambiental**	**Seguridad**
Etiquetado	Ausencia de incentivos sostenibles a largo plazo	Reutilización	Licencias Creative Commons
Falta de estandarización	Difusión	Colaboración	Privacidad
Habilidades tecnológicas de los docentes	Capacitación Biblioteca		

Como trabajo futuro a este estudio se propone validar los factores de adopción mediante otros modelos como el DELPHI o TAM e incluso llegar a establecer correlaciones que orienten decisiones encaminadas a propiciar la adopción de RREA por parte de los docentes contribuyendo así a generar nuevas líneas de investigación sobre las practicas didácticas que propicia el uso de los RREA o el efecto de su incorporación a la educación formal. También puede contribuir a líneas ya existentes como el análisis de las experiencias de aprendizaje, los efectos sobre la democratización de la educación al proporcionar un acceso global e igualitario a materiales de aprendizaje, enseñanza e investigación, en todos los niveles educativos. Quizá el uso y adopción generalizado de los RREA detone la transformación del sistema educativo global, dando la oportunidad a los estudiantes para decidir en donde y hasta con quien quieren llevar a cabo su formación académica reduciendo al mínimo limitantes económicas, geográficas, culturales o de idioma.

Agradecimiento. A CONACYT por el apoyo 777124 brindado para llevar a cabo este proyecto.

Referencias

Algers, A., y Silva-Fletcher, A. (2015). Teachers' Perceived Value, Motivations for and Adoption of Open Educational Resources in Animal and Food Sciences. iJET, https://pdfs.semanticscholar.org/2d6d/a7a9c833c5b8cc1392fe0df062a6f41884f7.pdf

Ammarukleart, A. (2017). Factors affecting faculty acceptance and use of institutional repositories in Thailand. [Doctoral Dissertation, University of North Texas, US.] https://www.proquest.com/docview/2009054900

Anderson, T., Gaines, A., Leachman, C., y Williamsn, E.P. (2017). Faculty and instructor perceptions of Open Educational Resources in engineering. The reference librarian, 58 (4), 257-277. https://doi.org/10.1080/02763877.2017.1355768

Asadi, S., Abdullah, R., Yah, Y., y Nazir, S. (2019). Understanding Institutional Repository in Higher Learning Institutions: A Systematic Literature Review and Directions for Future Research. IEEE Access, 7, 35242-35263. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2897729

Beaven, T. (2018). 'Dark reuse': an empirical study of teachers' OER engagement. *Open Praxis*, *10*(4), 377-391.

https://pdfs.semanticscholar.org/e40c/a48b08d7a44ea810aac8fe2e2a420a381d8d.pdf

Belikov, O. M., y Bodily, R. (2016). Incentives and barriers to OER adoption: A qualitative analysis of faculty perceptions. Open Praxis, 8(3), 235–246. http://dx.doi.org/10.5944/openpraxis.8.3.308

Butcher, N. (2015). Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA). http://www.bcd.cobach.edu.mx/lecturas-complementarias/unescodoc/guia_de%20REA.pdf

Cohen, A., Reisman, S., y Bied Sperling, B. (2015). Personal spaces in public repositories as a facilitator for open educational resource usage. The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 16(4), 156-176. https://doi.org/10.19173/irrodl.v16i4.2399

Cronin, C. (2017). Openness and Praxis: Exploring the Use of Open Educational Practices in Higher Education. International Review of Research in Open and Distributed Learning, 18

(5), 15–34. https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i5.3096

Doan, T. (2017). Why not OER? portal: Libraries and the Academy, 17(4),665-669. https://doi.org/10.1353/pla.2017.0039

Dubien, D. (2021). An Ecological Examinatio of Open Educational Practices Supporting de

Design, Developmente, and Delivery of OER in Tertiary Education.[Thesis Doctoral.

Univesity of Canterbury].

https://ir.canterbury.ac.nz/bitstream/handle/10092/101723/Dubien%2C%20Danielle_Final%_20PhD%20Thesis.pdf?sequence=1

Fardoun, H., Yousef, M., González-González, C., y Collazos, C. A. (2020). Estudio exploratorio en Iberoamérica sobre procesos de enseñanza-aprendizaje y propuesta de evaluación en tiempos de pandemia.

https://repositorio.grial.eu/bitstream/grial/2091/1/23537-79772-1-SM.pdf

Funk, J. (2019). Open for Whom? Open Educational Practice with Indigenous Workforce Development and Learners [Doctoral dissertation, Charles Darwin University].

https://ris.cdu.edu.au/ws/portalfiles/portal/33375830/Thesis_CDU_33364393_Funk_J.pdf

Girard, A. (2014). Reader's block: a systematic review of barriers to adoption, access and use in e-book user studies. *Information Research: An International Electronic Journal*, *19*(2), n2. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1032702.pdf

González-Pérez, L., Ramírez-Montoya, M.S., y Garcia-Peñalvo, F. (2018). User experience in institutional repositoies: A systematic Literaure Review. International Journal of Human

Capital and Information Technology Professionals. 9(1), 70-86.

https://doi.org/10.4018/IJHCITP.2018010105

Hassall, C., y Lewis D.I. (2017). Institutional and technological barriers to the use of open educational resources (OERs) in physiology and medical education. Adv Physiol Educ., 41(1), 77-81. https://journals.physiology.org/doi/pdf/10.1152/advan.00171.2016

Hayman, J. (2018). Open is an invitation: Exploring use of open educational resources with Ontario post-secondary educators. [Doctoral dissertation, Arizona State University].

https://repository.asu.edu/attachments/211323/content/Hayman_asu_0010E_18387.pdf

Heck, T., Kovalenko, V., y Rittberger, M. (2020, March). User Experience to Inform the Design of a Search Infrastructure for Open Educational Resources. In International Conference on Information, 419-427. Springer, Cham.

Huang, R., Tlili, A., Chang, T., Zhang, X., Nascimbeni, F., y Burgos, D. (2020). Disrupted classes, undisrupted learning during COVID-19 outbreak in China: application of open educational practices and resources. Smart Learning Environments, 7. https://doi.org/10.1186/s40561-020-00125-8

Iiyoshi, T., y Kumar, M. (Eds.). (2008). Opening Up Education - The Collective Advancement of Education through Open Technology, Open Content, and Open Knowledge. Cambridge,

Massachusetts and London, England: MIT Press.

https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/26069

Infante Moro, A., Infante Moro, J. C., y Gallardo Pérez, J. (2021). Factores que influyen en la adopción del Internet de las Cosas en el sector hotelero.

http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/19584/Factores.pdf?sequence=2

Judith, K. y Bull, D. (2016). Assessing the potential for openness: A framework for examining course-level OER implementation in higher education. Education Policy Analysis Archives, 24(42). http://dx.doi.org/10.14507/epaa.24.1931

Katz, S. (2019). Leveraging library expertise in support of institutional goals: a cas study of an

Open Educationa Resources Initiative. New revies of academic librarianship,25(2-4),381-

391. https://doi.org/10.1080/13614533.2019.1630655

Meca, J. S. (2010). "Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis". Aula Abierta, vol. 38(2), pp. 53–64, 2010. https://www.scientific-european-federation-osteopaths.org/wpcontent/uploads/2019/01/C%C3%B3mo-realizar-una-revisi%C3%B3n-sistem%C3%A1ticay-un-meta-an%C3%A1lisis.pdf

Nunda, L.M., y Elias, E. F. (2019). Institutional repositories adoption and use in selected Tanzanian higher learning intituttions. International Journal of

Educatión and Development using Inofrmation and Communication Technology IJEDICT,15(1),150-164. https://eric.ed.gov/?id=EJ1214269

Oliveira, T., y Martins, M. F. (2010). Understanding e-business adoption across industries in European countries. Industrial Management & Data Systems, 110(9), 1337-1354.

https://doi.org/10.1108/02635571011087428

Oliveira, T., y Martins, M. F. (2011). Literature review of information technology adoption models at firm level. Electronic Journal of Information Systems Evaluation, 14(1), 110.

https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.477.1779&rep=rep1&type=pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, La Ciencia y la Cultura. (2019). Anexo VI Recomendación sobre los Recursos Educativos Abiertos (REA). *Resoluciones e informes de la Conferencia General en su 40ª reunión*.

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372579_spa/PDF/372579spa.pdf.multi

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, La Ciencia y la Cultura. (2020). Recuperado de: https://es.unesco.org/news/1370-millones-estudiantes-ya-estan-casa-cierreescuelas-covid-19-ministros-amplian-enfoques

Perez, J.E. (2017). Images and the Open Educational Resources (OER) movement. The reference librarian, 58(4),229-237. https://doi.org/10.1080/02763877.2017.1346495

Pulker, H. (2019). *Teacher's Practices through Adaptation of Open Educational Resources for Online Language Teaching* [Doctoral dissertation, The Open University].

http://oro.open.ac.uk/62109/2/EdD_HelenePulker_%20FINAL_CopyForORO_Redact

Rivera, S., y Chotto, M.C. (2017). Contributing to the OER movement: A practical experience: The case of the Informatics School, UNA. 2017 XLIII Latin American Computer Conference (CLEI), 1-11. https://doi.org/10.1109/CLEI.2017.8226427

Rodés-Paragarino,V., Gewerc-Barujel. A. y Llamas-Nistal, M. (2016). "Use of Repositories of Digital Educational Resources: State-of-the-Art Review," in IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje, 11(2), pp. 73-78.

https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7411032

Saini, O. P. (2018). The Emergence of Institutional Repositories: A Conceptual Understanding of Key Issues through Review of Literature. *Library Philosophy & Practice*. https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/1774/

Santos-Hermosa, G., Ferran-Ferres, N., y Abadal, e. (2017). Repositories of Open Educational Resources: an assessment of teusse and educationa aspects. The internationa review of research in open and distrbuted learning, 18(5), 84-120. https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i5.3063

Simão de Deus, W., y Francine, E. (2020). "The Use of Metadata in Open Educational Resources Repositories: An Exploratory Study", *2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, pp. 123-132

https://doi.org/10.1109/COMPSAC48688.2020.00025

Smith, M., y Casserly, C. (2006). The Promise of Open Educational Resources. *Change: The Magazine of Higher Learning, 38(5),* 8-17. https://doi.org/10.3200/CHNG.38.5.8-17

Topps, D., Wirun, C., y Ellaway, R. (2019). Getting Value from Open Educational Repositories, MedEdPublish, 8(2), 51. https://doi.org/10.15694/mep.2019.000121.1

Tornatzky, L. G., Fleischer, M., & Chakrabarti, A. K. (1990). Processes of technological innovation. Lexington books.

Vladimirschi, V. (2018). Professional Development Guidelines for OER: A Case Study of Brazilian Fundamental Education Public. [Doctoral Dissertation, Athabasca University].

Wiley, D., Green, C., y Soares, L. (2012). Dramatically bringing down the cost of education with OER: how open education resources unlock the door to free learning. Center for

American Progress. http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED535639.pdf

William and Flora Hewlett Foundation (2013). Open Educational Resources: Breaking the Lockbox on Ecuation. Recuperado de: https://goo.gl/vmPk7a

El aprendizaje de la Cultura Científica en ambientes educativos artísticos: una revisión sistemática

Alejandra Santiesteban Reyes, Daniel Mocencahua Mora, Ricardo Cartas Figueroa
Doctorado en Sistemas y Ambientes. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
BUAP. México. Puebla, Puebla 72230, México
{alejandra.santiestebanreyes, daniel.mocencahuamora,
ricardo.cartasfigueroa}@viep.com.mx

Resumen. La Cultura Científica es el conjunto de conocimientos no especializados de las diversas ramas del saber científico y cada vez se hace más importante desarrollarla en ambientes no especializados en la misma, debido a que esta permite ser protagonistas en asuntos sociales relacionados con aplicaciones del conocimiento científico o desarrollos tecnológicos. En este documento se presentan los resultados de una revisión narrativa y una revisión sistemática de la literatura respecto a la Cultura Científica. Se realizó un análisis de 262 documentos, 217 de la revisión narrativa en Redalyc, Google Academic y Research Gate, y 51 obtenidos de la revisión sistemática utilizando las bases Web of Science y Scopus. Se reportan los principales hallazgos con relación a las preguntas de investigación, y conclusiones preliminares.

Palabras Clave: Cultura científica, Estrategia, Aprendizaje, Revisión Sistemática, Revisión Narrativa

1 Introducción

En los últimos años, ha aumentado en la sociedad la importancia otorgada a la ciencia y a la Cultura Científica, por lo que es pertinente "educar a todos los estudiantes como alfabetizados en ciencias independientemente de sus diferencias individuales" (MEB, 2013).

En esta investigación se toman en consideración a Cortassa (2010), que describe la Cultura Científica como *un conocimiento erudito de varios temas que se adquieren al pasar por el sistema educativo*, Patiño (2020), la define *como personas que se involucran de manera informada en temas de interés general* y Padilla y Patiño (2015),

quienes especifican que implica *considerar el conjunto de saberes que el ser humano contemporáneo no puede ignorar*.

En este artículo se muestra la revisión narrativa y sistemática para la obtención de información referente a la Cultura Científica tomando algunos otros descriptores y preguntas para analizar el alcance e importancia del tema en nuestros días.

2 Metodología

Se realizó una búsqueda de los conceptos que se consideraron relevantes respecto a la Cultura Científica en los entornos artísticos, dividida en dos búsquedas, una revisión narrativa, que se caracteriza por ser de una forma más o menos exhaustiva donde el autor no declara los métodos que utilizaron para obtener y seleccionar la información, por lo tanto, son ideales para poder responder preguntas básicas (Aguilera, 2014), y otra sistemática, que se caracteriza por ser una revisión planeada para responder preguntas específicas y que utiliza métodos explícitos y sistemáticos para identificar, seleccionar y evaluar críticamente los estudios, y para recolectar y analizar los datos de estos estudios incluidos en la revisión (Castro, 2001)

2.1 Revisión Narrativa

La revisión narrativa, como comenta Rother (2007), "permite adquirir y actualizar el conocimiento sobre una temática específica en corto tiempo", esta se realizó con una adaptación de Arnau y Sala (2020), la cual se muestra en la figura 1 para las bases de Redalyc, Google Academic y Research Gate.

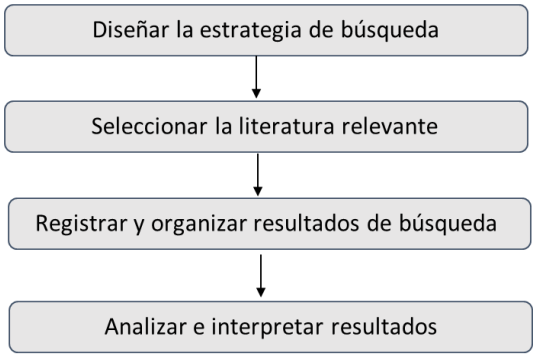


Figura. 1. Adaptación de Arnau y Sala (2020).

2.1.1 Diseñar la estrategia de búsqueda

Para la estrategia de búsqueda, se planeó el objetivo de la investigación como primer punto, para así tener una referencia de la necesidad de información que se tenía y así poder seleccionar fuentes de información de entre una rica variedad de recursos con los que se contaba.

El objetivo expuesto fue el obtener el mayor número de información referente a la Cultura Científica, ¿Qué estrategias se ocupan para su desarrollo en la sociedad? y ¿Cómo es que es enseñada en áreas que no son específicos de la materia, como artes y humanidades?

Después de haber obtenido el objetivo, se prosiguió a los siguientes datos:

a) Determinar las palabras clave: Cultura científica, Sociedad, Artes, Humanidades, Estrategia y Educación
b) Establecer los operadores a utilizar: "Cultura científica" AND ((Estrategia AND sociedad) OR (Educación AND (artes OR humanidades)))
c) Seleccionar las herramientas de búsqueda: Redalyc, Google Academic y Research Gate

2.1.2 Seleccionar la literatura relevante

En las revisiones narrativas no siempre es necesario utilizar la metodología de búsqueda y selección de las revisiones sistemáticas (Dijkers, 2009). En estos casos, aunque no sea necesario, se ha realizado debido a que es recomendable explicar que procedimientos se han seguido para obtener y seleccionar las fuentes de información, así como para organizar las referencias, ya que, aunque no siga los procedimientos estrictos que se establecen en las revisiones sistemáticas, aporta transparencia y credibilidad al proceso de revisión de la literatura

Se realizó la búsqueda con las palabras clave y los operadores escritos con anterioridad, después de seis exclusiones se obtuvo un total de doscientos diecisiete artículos, después se preseleccionaron treinta y seis artículos logrados de una revisión más detallada para finalmente seleccionar ocho que fueron los que se adaptaban a la investigación, agregados a la base de Zotero de esta investigación, en la Tabla 1, se muestran las exclusiones realizadas:

Tabla 1. Exclusiones de la revisión narrativa.

Exclusiones de la revisión	
Exclusión 1 (E1):	Limitar el intervalo de años del 2011 a 2021.
Exclusión 2 (E2):	Solo tomar idioma español o inglés.
Exclusión 3 (E3):	Limitar a artículos y *reviews*
Exclusión 4 (E4):	Eliminar artículos y *reviews* repetidos.
Exclusión 5 (E5):	Eliminar artículos y *reviews* privados.
Exclusión 6 (E6):	Revisión de títulos y resúmenes.

En un segundo momento, se muestra el proceso de selección de resultados hasta llegar a la muestra final de artículos, mostrando los criterios de inclusión y exclusión, cuantos documentos se han encontrado, cuantos se han descartado en cada fase y porque, y finalmente, con cuantos nos hemos quedado.

Para ello, se utilizó un diagrama de flujos, similar al que propone la declaración PRISMA (Moher et al., 2009), el cual se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Diagrama de la revisión narrativa.

2.1.3 Registrar y organizar resultados de búsqueda

Este procedimiento facilitó la comparación entre los artículos seleccionados y el análisis crítico de los resultados (similitudes, diferencias, coincidencias y divergencias entre autores/as, etc.), los resultados de la búsqueda se encuentran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la búsqueda.

Citación	Población o Muestra / País	Metodología	Resumen de los principales resultados	Temas que trata
Ferrer y León (2021)	187 hogares / Venezuela	cualitativo	Diferencias en las percepciones, que se relacionan con el nivel educativo, socioeconómico, conocimiento e información.	Necesidad de aumentar la Cultura Científica de la población y se propone el uso de los medios de comunicación para lograrlo.

Marín et al (2020)	243 personas / España	mixto	Iniciativa innovadora incide positivamente en la percepción de la ciencia.	Adaptar una fórmula de éxito con la divulgación de contenidos científicos.
Mazzitell et al (2019)	4 centros interdisciplina-rios /Uruguay	mixto	Son recomendables las opciones de Thompson Klein, pero quedan pendientes los formatos más adecuados para caracterizar las formas de hacer interdisciplina.	Estudios sobre Interdisciplina y Transdisciplina (ESIT) que buscan reflexionar sobre las prácticas interdisciplinarias y transdisciplinarias en América Latina.
Rossi (2017)	452 revistas / España	mixto	Falta de contextualización del discurso científico en el que se produce la ciencia	Inmersión de la Cultura Científica desde el periodismo
Sáenz (2017)	43 docentes / México	cualitativo	Dar mayor apertura para la divulgación de las producciones académicas	Impulsar el desarrollo de una Cultura Científica que provea conocimientos

			fomentando un acercamiento a la Cultura Científica de compartir.	teóricos y prácticos con la difusión y divulgación.
Sempri ni et al (2018)	87 alumnos / Argentina	mixto	Déficit al intentar crear las condiciones para entablar un diálogo orientado hacia un reparto del saber científico.	Implicancia de la Cultura Científica en el ámbito de las ciencias sociales y humanas en general
Tapia (2014)	365 estudiantes / Chile	cualitativo	Muestra la necesidad y motivación institucional para medir la Cultura Científica	Sistematizació n de las principales aproximacione s del concepto Cultura Científica
Vera (2019)	29 docentes / Paraguay	cualitativo	El rol de los docentes formadores para la formación de hábitos científicos.	Análisis del rol del docente formador para el desarrollo de la Cultura Científica

2.1.4 Analizar e interpretar resultados

En este apartado se muestra un breve análisis respecto a los artículos revisados, pero servirá como base para la revisión sistemática.

Sáenz (2017) propone una mayor apertura a la divulgación de la ciencia y Rossi (2017) lo respalda comentando que primero se debe contextualizar el discurso que produce la ciencia para así lograr divulgarlo, para poder lograrlo debemos tomar en cuenta tanto el déficit que demostró Semprini et al (2018) que existe a hora de intentar crear las condiciones necesarias para introducir la ciencia, en todos los ambientes en los que se puede producir la divulgación científica, como el personal capacitado del que menciona Vera (2019).

Se debe recordar que Marín et al (2020) nos proporcionan una de las iniciativas más innovadoras para la inmersión de la Cultura Científica utilizando tecnología y en un espacio designado para la educación, pero Ferrer y león (2021) defienden que la Cultura Científica puede desarrollarse en ambientes públicos y no precisamente solo los relacionados puramente con la ciencia. Existe información que sí depende del nivel educativo, socioeconómico y conocimiento que las personas posean para poder apropiarse de la información, lo cual apoya de cierta forma lo que se demuestra en el primer artículo donde se da importancia y valor a algunos de estos datos. Una vez entendiendo el escenario y logrando obtener todos los aspectos, se va a adquirir la motivación a la que Tapia (2014) se refiere.

2.2 Revisión Sistemática

La revisión sistemática es una "manera de evaluar e interpretar toda la investigación disponible relevante respecto de un interrogante de investigación particular, en un área temática o fenómeno de interés" (Kitchenham, 2004; Velmovská, 2014; Vera, González y Hernández, 2014), esta se realizó con una adaptación realizada por Kitchenham (2004), como se muestra en la Figura 3, esta revisión se llevó en las bases de Web of Science y Scopus.

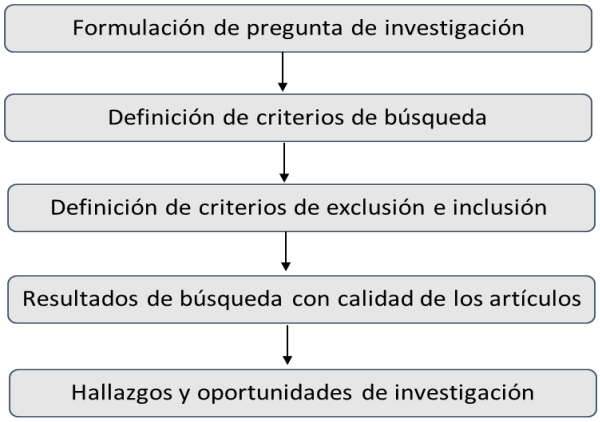


Figura 3. Adaptación de Kitchenham (2004).

2.2.1 Formulación de pregunta de investigación

Para la formulación del problema que se trata de resolver con esta revisión, se realiza la formulación de unas preguntas, que permite conocer el objeto de la RS y el tipo de estudios que se debe buscar para realizarla, las preguntas que se tienen son: (1) ¿Cuáles son las principales metodologías que se utilizan para investigaciones con los descriptores Cultura Científica, Estrategia, Educación y Artes? (2) ¿Qué países son los que más se han interesado por la Cultura Científica? (3) ¿Cuáles son las palabras clave más relevantes con relación a la Cultura Científica? (4) ¿Cuáles son los hallazgos más relevantes que se han obtenido respecto a Cultura Científica en relación con educación y aprendizaje?, (5) ¿Cuál es el estado de la investigación de la Cultura Científica en México?

2.2.2 Definición de criterios de búsqueda

Después de haber obtenido las preguntas de investigación, se prosiguió a los siguientes datos:

a) Determinar las palabras clave: Scientific Culture o Cultura Científica, Art*, learn*, estrateg* o strategy*

b) Establecer los operadores a utilizar: A continuación, en la tabla 3, se muestran las revisiones realizadas con los operadores y la forma en que fueron utilizados junto a los descriptores.

Tabla 3. Simbología de cada revisión realizada en la parte sistemática.

Simbología de Revisiones			
R1	"scientific culture" OR "Cultura Científica"		
R2	R1 AND PUBYEAR > 2010		
R3	R2 AND art*		
$R4_1$	R3 AND learn*	$R4_2$	R3 AND (estrateg* OR strategy*)
$R5_1$	$R4_1$ AND LÍMITE A (DOCTYPE, "ar" ... "re")	$R5_2$	$R4_2$ AND LÍMITE A (DOCTYPE, "ar" ... "re")

c) Seleccionar las herramientas de búsqueda: Web of Science y Scopus

2.2.3 Definición de criterios de exclusión e inclusión

Se realizó la búsqueda con las palabras clave y los operadores escritos con anterioridad, después de las revisiones mostradas en el paso anterior, se realizaron tres exclusiones se obtuvo un total de veinte artículos, mismos que al ser leídos y revisados, bajaron a un total de doce que se agregaron a la base de Zotero para la bibliografía de la investigación, en la Tabla 4, se muestran las exclusiones realizadas:

Tabla 4. Simbología de cada exclusión realizada en la parte sistemática.

Simbología de Exclusiones	
E1	Elimina repetidos.
E2	Revisión de títulos y resúmenes.
E3	Elimina de pago.

Al igual que en la revisión narrativa, en un segundo momento, se muestra el proceso de selección de resultados hasta llegar a la muestra final de artículos, mostrando los criterios de inclusión y exclusión, cuantos documentos se han encontrado, cuantos se han descartado en cada fase y porque, y finalmente, con cuantos nos hemos quedado.

Para ello, en la Figura 4 se muestra un diagrama de flujos, similar al que propone la declaración PRISMA (Moher et al., 2009).

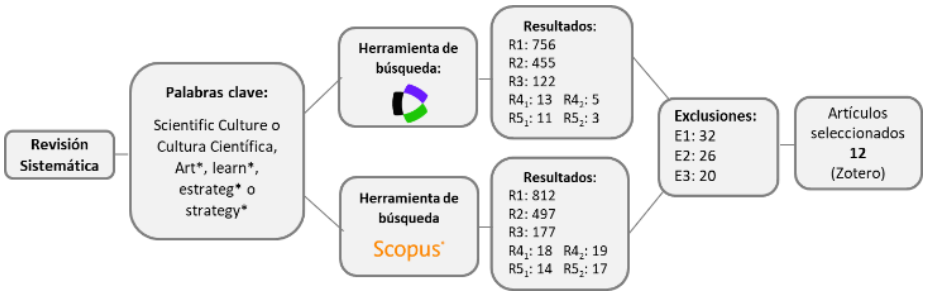


Figura 4. Diagrama de la revisión sistemática.

2.2.4 Resultados de búsqueda con calidad de artículos

Una vez obtenidos los resultados definitivos, a continuación, se realiza el análisis de los mismos, considerando: Años, Países, Idiomas, Métodos y Resultados, mismos datos que se muestran en la Tabla 5. El método de análisis de esta etapa es examinar las tendencias y patrones de documentos en relación a las características mencionadas.

Tabla 5. Artículos seleccionados para la investigación

Citación / Año	**Población o Muestra / País**	**Método**	**Palabras clave (3 máximo)**	**Resultados**
Bayo et al (2018)	España	cuantitativo	Divulgación científica.	Seguir las pautas de esta guía enfocada al personal docente e investigador.
Benítez-Restrepo (2020)	40 artículos / Chile	cuantitativo	Educación, enseñanza, aprendizaje.	Constituye un aporte al campo del conocimiento a partir de los vacíos identificados.
Carroll et al (2017)	73 editores / Reino Unido	mixto	Scientific culture, publication.	Destacan las acciones específicas involucradas en la Cultura Científica.
Fardella et al (2020)	20 entrevistas / Argentina y Chile	cualitativo	Publicación científica, Universidad.	Demostraron que existen facetas fundamentales para definir la escritura científica

García (2012)	1 caso / España	mixto	Ciencia, cultura, educación.	Contemplar la ciencia y la tecnología como prácticas sociales, en contraposición a la visión de ambas.
López (2018)	25 personas / España	cualitativo	Innovación educativa, Universidad.	Mejora de manera significativa de la percepción de los alumnos respecto a la actividad científica.
López y Sánchez (2018)	40 tweets / España	cualitativo	Redes sociales, Comunicación científica, Acceso abierto.	Los MOOC a través de Twitter son muy dinámicos, interactivos y accesibles para grandes audiencias, proporcionando una valiosa herramienta para la comunicación de la ciencia.
Quinte (2020)	998 alumnos / Francia	cualitativo	Comparación internacional, Educación.	Distinguir entre concepciones epistemológicas del contexto sociocultural.
Reynosa et al (2020)	14 artículos/ Colombia Perú	mixto	Didáctica, Investigación, Tecnología.	Las propuestas estratégicas mejoraran la generación de habilidades y destrezas en la investigación.
Rojas y Leal (2019)	75 docentes / Colombia	cualitativo	Gamificación, Educación y Motivación.	Identificar una noción baja de la cultura de investigación
Schönenberg	Alemania y	cualitativo	Conocimiento,	Demuestra que el uso de la investigación

et al (2017)	Austria		Investigación.	inter y transdisciplinaria como una revolución del pensamiento.
Viteri y Vázquez (2016)	Cuba Ecuador	mixto	Investigación, Proyectos, Cultura investigativa.	El aprendizaje basado en problemas orientados a proyectos da apropiación de una Cultura Científica.

2.2.5 Hallazgos y oportunidades de investigación

Se seleccionaron un total de 20 artículos, entre las dos búsquedas, publicados entre el 2011 hasta el 2021, provenientes de las bases de datos privadas Scopus y Web of Science y las bases de datos públicas Redalyc, Google Academic y Research Gate. La tendencia de producción en este periodo se muestra en la Figura 5. Se observa una tendencia al alza que tiene punto alto en 2016 al 2020.

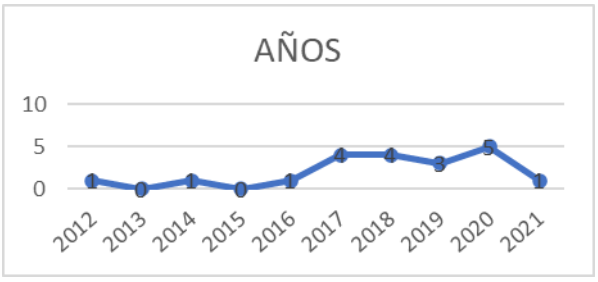


Figura 5. Gráfica de años de publicación de 2011 a 2021

La Figura 6 muestra la distribución de los 20 documentos en relación al tipo de documento. El 63% de los documentos son artículos de revista, 16% son artículos de conferencia, un 21% son revisiones de la literatura. Los resultados del análisis estadístico se exponen en las respuestas a las preguntas de investigación.

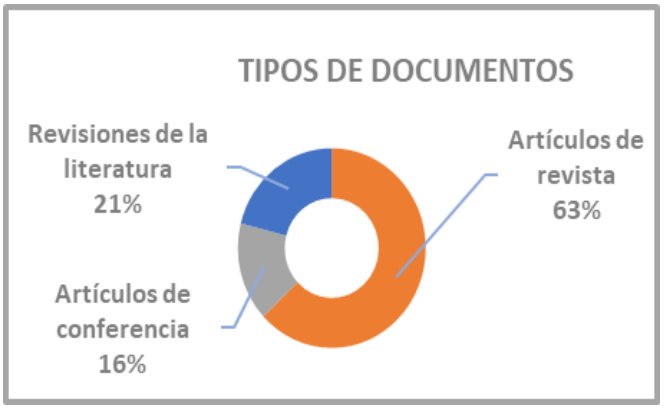


Figura 6. Tipo de documento

Referente a las preguntas planteadas en el primer punto, se obtuvieron los siguientes resultados:

Pregunta 1 ¿Cuáles son las principales metodologías que se utilizan para investigaciones con los descriptores Cultura Científica, Estrategia, Educación y Artes? La principal metodología que se toma en cuenta es la cualitativa con un 50% de artículos que la utilizan, seguido de la mixta con un 40% y finalmente un 10% de la cuantitativa, tal y como se muestra en la Figura 7.

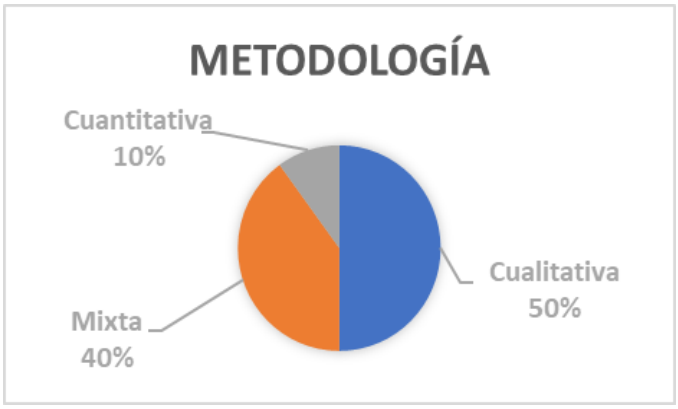


Figura 7. Metodología usada

Pregunta 2 ¿Qué países son los que más se han interesado por la Cultura Científica? En el periodo de 2011 a 2021, como se muestra en la figura 8, el país que más repunta respecto al interés del tema es España con un 25%, siento Chile quien ocupa el segundo lugar con un 12.5% y Argentina y Colombia empatan en el tercer lugar con un 8.33%.

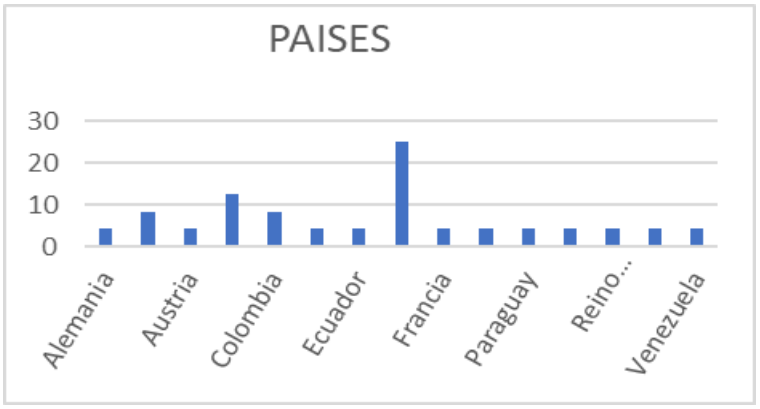


Figura 8. Países más citados

Pregunta 3 ¿Cuáles son las palabras clave más relevantes en relación a la Cultura Científica? Entre las palabras clave más relevantes se encontraron Educación e Investigación empatadas con cuatro y Divulgación con tres y otras seis palabras que se mencionan dos veces en las que se destacan, para este artículo, Aprendizaje y Enseñanza, tal como se muestra en la Figura 9.

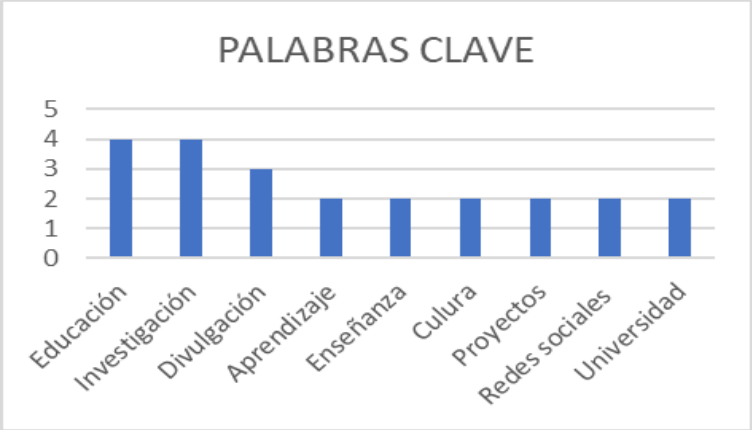


Figura 9. Palabras clave más relacionadas

Pregunta 4 ¿Cuáles son los hallazgos más relevantes que se han obtenido respecto a Cultura Científica en relación con educación y aprendizaje? La Cultura Científica, como lograron identificar Rojas y Leal (2019), debe tener un buen sustento para poderse desarrollar, Carroll et al (2017), Fardella et al (2020) y Quinte (2020) demostraron que muchas veces el desarrollo de la misma depende de los docentes y las estrategias que posean para motivarlos (Viteri y Vázquez, 2016), existen estrategias específicas que pueden apoyar como lo muestran Reynosa et al (2020) pero depende del área de conocimiento donde se lleva a cabo (Schönenberg et al, 2017). Si se logra tener a los alumnos motivados, y que conozcan las facetas de escritura científica (Fardella et al, 2020), se obtendrán estudiantes que contemplen la ciencia y la tecnología (García, 2012) para después participar en producciones de contenidos científicos (López, 2018), para poder divulgar productos científicos como mencionan Bayo et al (2018) que se necesita, haciendo uso de redes sociales como en su momento lo hizo López y Sánchez (2018).

Pregunta 5 ¿Cuál es el estado de la investigación de la Cultura Científica en México? En nuestro país, sólo se obtuvo un total de siete artículos referentes a Cultura Científica, la mayoría de ellos pertenecientes a Guadalajara, pero ninguno de ellos terminó en la

selección de artículos, debido a que algunos eran privados, otros no tenían relevancia con el tema de investigación y el último carecía de metodología, población y resultados. Por lo cual se puede mostrar que existe un área de oportunidad respecto al tema en el país.

3 Hallazgos generales

Para tener una interpretación gráfica del proceso que se siguió en ambas revisiones, en la Figura 10 se muestra el algoritmo que permite su mejor comprensión, en la Tabla 2 y 4 se muestra la simbología de los resultados y exclusiones de la revisión sistemática, respectivamente.

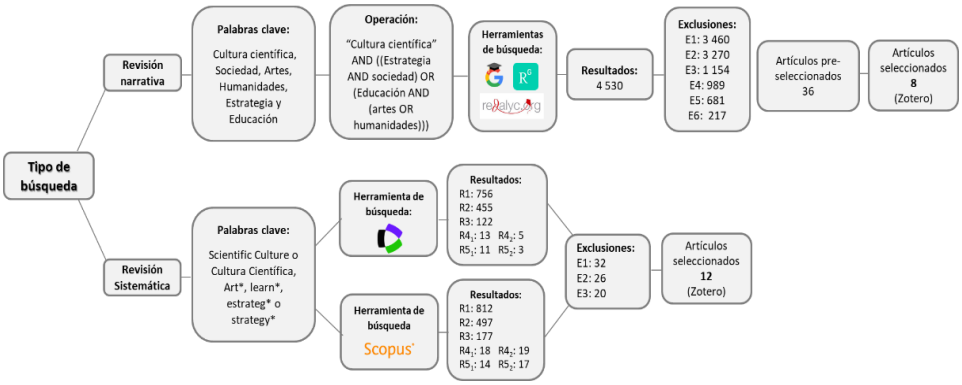


Figura 10. Algoritmo que se utilizó en la búsqueda de artículos

Después de obtener los datos de ambas revisiones, narrativa y sistemática, se procede a la redacción de hallazgos, y a pesar de que en cada una de las revisiones se mostró cierto análisis de resultados e identificación de oportunidades en la investigación, en este apartado se muestran los hallazgos generales.

Como pudimos observar en las tablas 2 y 5, existen varios datos importantes que mencionar:

1. A pesar de que se hizo una revisión del año 2011 al 2021, no se encontraron artículos del 2011, por lo cual solo mostramos del

2012 y el mayor número de artículos citados fue en el 2020, así podemos encontrar que cada vez es más de interés la Cultura Científica en la sociedad.

2. En cuanto a la metodología utilizada, se encontró un 50% de cualitativos (10 artículos), 40% mixtos (8 artículos) y 10% cuantitativos (2 artículos), la mayoría utilizando observación participante y entrevistas para su investigación.
3. El país más citado fue España, sobresaliendo de los países europeos, aunque el número de artículos es mayor en Latinoamérica, han sido en diferentes países y ninguno alcanza la producción de España.
4. Como se menciona en el punto tres, los artículos han sido en su mayoría de España y países latinos, por lo cual el 70% de los artículos (14 artículos) son en español, esto puede ser resultado de que la palabra Cultura Científica no se refiera al mismo término en otros países.
5. La relación de los artículos con los descriptores fue de un 85% con Cultura Científica, 45% con aprendizaje y 20% con estrategia, como ya se mostró en la fase heurística, se tomaron estos dos últimos descriptores por separado y relacionados con Cultura Científica que es nuestro descriptor base y así se obtuvo la relación existente.

Del análisis realizado podemos mostrar las carencias, vacíos y contradicciones entre los textos, las cuáles son importante de mencionar para esta investigación y así tener una base en el estudio.

3.1 Carencias

Respecto a las carencias más significativas que se pudieron observar se tomaron en cuenta las siguientes cuatro:

1. Rodríguez (2017) escribe que es necesario revisar la manera de promover espacios de diálogo entre los docentes para instalar equipos de trabajo más empáticos que puedan desarrollar la Cultura Científica y se debe mejorar la gestión directiva de los diferentes estamentos, ya que se percibe una escasa

administración de las actividades a realizar, estas son vistas como desligadas unas de otras.

2. Díaz y García (2012) nos hablan respecto al paradigma de la alfabetización científica, mencionando que ya es obsoleto, por lo cual se debe sustituir por el de una Cultura Científica que permita una aprehensión adecuada, crítica y eficaz de los conocimientos, convirtiéndolos, de este modo, en una herramienta operativa tanto dentro como fuera de los contextos educativos.
3. Según Vargas (2015) resulta necesario hacer una unión de la Cultura Científica con la alfabetización crítica para poder navegar en la sociedad digital.
4. Finalmente, Polino y Cortassa (2016) mencionan que se requiere incentivar al estudiante para introducir la Cultura Científica, con eso se podrá rescatar los datos empíricos y sistematizarlos a la luz de la ciencia en el marco de la reflexión y del diálogo permanente y encuentra que, las prácticas pedagógicas se enmarcan dentro del modelo tradicional de enseñanza y aprendizaje, por lo que urge crear en un modelo que posibilite desarrollar la Cultura Científica.

3.2 Vacíos

Los vacíos localizados en la literatura fueron los siguientes:

1. Visualizando los resultados obtenidos en las revisiones tanto narrativa como sistemática, se pudo observar un gran vacío en los artículos respecto a la Cultura Científica asociando alumnos del área de artes.
2. La implementación de estrategias o modelos para el desarrollo de la Cultura Científica en estudiantes no ha sido del todo abordada en México, se ha tomado en cuenta y se han hecho estudios de la necesidad que se tiene, pero no se ha logrado la implementación de alguna estrategia.
3. Aunque se nombran algunas estrategias para poder integrar la Cultura Científica a algunos ámbitos o áreas que no son propias de la ciencia, no se visualizan los resultados o la implementación de la estrategia para la obtención de los mismos.

2.3 Contradicciones

Respecto a las contradicciones que se encontraron a la literatura, mismas que refieren a los puntos en los que los autores encontrados defienden cada uno de sus resultados y son contradictorios a los de otro autor, se mencionan las tres que fueron las más significativas encontradas en los artículos:

1. Rodríguez (2017), enuncia que, los talleres de capacitación a docentes tienen buena aceptación para involucrarse con actividades relacionadas a la investigación científica, pero Díaz y García (2012) comprobaron que, la inserción de talleres no ha producido en los alumnos una evolución similar a la que ha tenido lugar en otros ámbitos.
2. Díaz y García (2012) han demostrado que existen tres modelos fundamentales bajo los cuales se ha venido describiendo la Cultura Científica: alfabetización, ciencia y sociedad, pero Vargas (2015) menciona que son necesarios más estudios para encontrar modelos fundamentales para la Cultura Científica.
3. Gordillo y Osorio (2013) comentan que la Cultura Científica depende de la participación de todos, aunque I Agusti (2020) pone todo el peso en los docentes.

4 Reflexiones finales

Se puede decir que se ha desarrollado, en las personas, la Cultura Científica cuando se ha logrado que comprendan conocimientos básicos de conceptos de varios campos de la ciencia y la tecnología, al igual que el papel e impacto que tienen ambas en la sociedad y la comprensión del quehacer científico en general. A pesar de que existe un número importante de estudios que escriben respecto a la Cultura Científica, se debe iniciar un estudio en donde se visualice el desarrollo de la misma, pero no solo en áreas de la ciencia, sino también en la sociedad en general o áreas de artes y humanidades.

Agradecimientos. A CONACYT por la beca otorgada para la realización de este artículo.

Referencias

Aguilera, R. (2014). ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? Revista de la Sociedad Española del Dolor, 21(6), 359-360. https://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462014000600010

Arnau, L., y Sala, J. (2020). La revisión de la literatura científica: pautas, procedimientos y criterios de calidad.

Bayo, F., Mecha, I., y Rosa Milán, M. (2018). La comunidad científica ante los medios de comunicación: Guía de actuación para la divulgación de la ciencia.

Benítez-Restrepo, M. (2020). Cultura académica y enseñanza-aprendizaje en educación superior. Revisión de literatura. Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación, 13, 1-23. doi: 10.11144/Javeriana.m13.caea

Carroll, H., Toumpakari, Z., Johnson, L. y Betts, J. (2017). The perceived feasibility of methods to reduce publication bias. PloS one, 12(10).

Castro, A. (2001). Revisão sistemática: análise e apresentação dos resultados. São Paulo.

Dijkers, M. (2009). The Value of "Traditional" Reviews in the Era of Systematic Reviewing. American journal of physical medicine & rehabilitations, 88(5), 423-430

Fardella, C., Carriel, K., Lazcano, V. y Carvajal, F. (2020). Escritos bajo el régimen de gestión académica: cuerpo, afectaciones y estrategias. Athenea Digital, 20(1), pp. 1-21.

Ferrer, A. y León, G. (2021). Cultura científica y comunicación de la ciencia. mayo 20, 2021, de Razón y palabra: http://www.razonypalabra.org.mx/N/n65/actual/aferrer_gleon.html

García, M. (2012). La dimensión social de la Cultura Científica Un caso ejemplar: Justus von Liebig. Revista Iberoamericana de Educación, 58, pp. 135-149.

Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele, UK, Keele University, 1-26.

López, F. (2018). Labcom-CienciaTV. Innovación educativa y promoción de la Cultura Científica.

López, I. y Sánchez, M. (2018). Redes sociales como herramienta para la comunicación científica y el compromiso público: concéntrate en Twitter. FEMS Microbiol Lett. 1 de febrero;365(2). doi: 10.1093/femsle/fnx246. PMID: 29165564.

Marín, D., Hernández, J., y Nicolás, J. (2020). Estrategias innovadoras de divulgación de la Cultura Científica en Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato. Prisma Social: revista de investigación social, (31), pp. 239-263.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., y Altman, D.G. (The PRISMA Group) (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLOS Medicine, 6(7), e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

Quinte, J. (2020). Conceptions d'élèves au sujet du cycle de vie des plantes Ã fleursÂ: approche comparative franco-allemande. RDST, (21). doi:10.4000/rdst.3103

Reynosa, E., Serrano E., Ortega-Parra, A., Navarro, O., Cruz-Montero, J. y Salazar, E. (2020). Estrategias didácticas para investigación científica: relevancia en la formación de investigadores. Universidad y Sociedad, 12(1).

Rojas, J. y Leal, L. (2019). Gamification strategies to create a research culture in university contexts. Innovación educativa, 19(80), pp. 57-76.

Rother, E. (2007). Revisión sistemática X Revisión narrativa.

Semprini, R., Carini, G., y Carbonari, M. (2018). Investigar, enseñar y ¿comunicar la ciencia?: una propuesta desde la historia. Contextos de educación, (24).

Tapia, P. (2014). Consideraciones para la definición y medición de la Cultura Científica en Chile. Chile: CONICYT.

Valderrama, M., González, B., Calvo, P., Díez-Orejas, R., Fernández, T., Gil, J., Juan, L., Martín, H., Molina, M., Navarro, F., Patiño, B., Pla, J., Prieto, D., Rodríguez, C., Román, E., Sanz, A., Silóniz, M., Suárez, M., … Cid, V. (2018). Educación en concienciación sobre la resistencia a los antimicrobianos: adaptación del programa Small World Initiative al service-learning, FEMS Microbiology Letters, Volumen 365, Número 17.

Velmovská, K. (2014). Physics mistakes in movies or the possibility of developing critical thinking in physics education. Journal of Science Education, 15(1), 37-40.

Vera, J., González, J., y Hernández, G. (2014). Familia y logro escolar en matemáticas del primer ciclo escolar de educación primaria en México. Estudios Pedagógicos, 40(1), 281-292.

Viteri, T. y Vázquez, S. (2016). Formación de habilidades de investigación formativa en los estudiantes de la carrera de ingeniería comercial de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad de Guayaquil. Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea], 8 (1). pp. 36-44. Recuperado de http://rus.ucf.edu.cu/

Expectativas sobre el taller Escribir para divulgar: un ejercicio de análisis de texto.

Daniel Mocencahua-Mora
Doctorado en sistemas y smbientes educativos.
Benemérita Universidad Autónoma dePuebla
México. Puebla, Puebla 72230, México
daniel.mocencahua@correo.buap.mx

Resumen. El presente trabajo es un ejercicio de análisis de textos mediante análisis de sentimientos y minería de texto, usando algunas de las herramientas que ofrece el lenguaje R para tratar de responder a la pregunta ¿cómo son las expectativas de los solicitantes para el *Taller Escribir para Divulgar*, ofertado en mayo de 2021? Corresponde a una investigación ideográfica, en un nivel de análisis textual, un modo mixto de análisis, aplicado a un solo documento con inferencia abductiva, con lo cual se contesta la pregunta basándose en evidencia, desde el corpus obtenido a partir de un formulario en línea.

Palabras Clave: Comunicación pública de la ciencia. R. Minería de texto. Análisis de sentimientos. Escribir para divulgar.

1 Introducción

A partir de la pandemia del 2020, las actividades de actualización y profesionalización en línea han aumentado considerablemente. En el caso particular de la comunicación pública de la ciencia, aumentó la visibilidad de talleres y cursos que de otro modo se daban de manera local y con un número reducido de asistentes.

El taller *Escribir para divulgar, comunicación pública de la ciencia por medios digitales* emitió convocatoria, para su sexta emisión, el 28 mayo de 2021 en la página de Facebook del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Puebla, obteniendo en menos de 24 horas más de doscientas solicitudes. Cabe hacer notar que la publicación solo incluye un cartel con información de la fecha de inicio y poco más, como se puede apreciar en: https://www.facebook.com/concytep.ciencia/photos/3990559731056417

Este taller se había dado con un máximo de 25 personas en los tiempos de la presencialidad, y desde el 2019 había una opción de tomarlo en línea también con esa cantidad de asistentes. Dada el interés masivo hacia el sexto taller, se vuelve pertinente apoyarse de la tecnología para procesar los comentarios vertidos en el formulario de ingreso.

El presente trabajo es un ejercicio de análisis textual por medio de *text minin*g y análisis de sentimientos, usando algunas de las herramientas que ofrece el lenguaje R, para tratar de responder a la pregunta ¿cómo son las expectativas de los solicitantes para el Taller Escribir para Divulgar ofertado en mayo de 2021?

Este tipo de análisis se aplica de manera común en tuits (Cortez Reyes, 2018) y se aplica en estudios de salud (Cuevas Cajica & Mireles Vargas, 2016), por lo que es de interés aportar con este trabajo al uso de estas herramientas en educación.

2 Sobre el análisis de textos

Para realizar el análisis de textos por *text mining* Kwartler (2017) recomienda un flujo de trabajo para que, una vez teniendo el problema o pregunta de investigación definida, se vaya de un estado no organizado con datos masivos de lenguaje no estructurado (*corpus*), a un estado organizado que permita generar perspectivas para tomar decisiones. Este flujo se resume en:

- Obtención de los documentos
- Preparación y limpieza del corpus
- Presentación de resultados
- Análisis

En las secciones siguientes veremos cómo se desarrolló este flujo para este trabajo.

3 Procedimiento

Se aplicó un formulario de Google Docs a quien solicitara ingresar el taller obteniendo 206 respuestas. El formulario aplicado tenía las siguientes preguntas:

(1) Nombre
(2) Sexo
(3) Edad
(4) Máximo nivel de estudios
(5) ¿Cómo se enteró del taller?
(6) Escriba una semblanza de su persona
(7) Escriba sus motivos para tomar este taller.

En este trabajo se usarán las preguntas 1 a 4 para el contexto de los participantes y la pregunta 7 para responder nuestra pregunta de investigación.

El procedimiento se realiza en `Rstudio` v 1.4.1106 con una base de `R` versión 4.0.4. En la tabla 1 se muestran algunas de las librerías usadas. Debido a que `R` es un ambiente de cálculo estadístico, que tiene en su núcleo funciones para hacer cálculos potentes y gráficos usuales en esta disciplina, no se muestra en esa tabla todos los comandos usados de las librerías mencionadas.

Las variables de edad y género no se han relacionado con las respuestas dadas, pues al menos con el proceso descrito abajo no se hace necesario.

Tabla 1. Librerías utilizadas. Como R es sensible a mayúsculas y minúsculas los nombres deben respetarse como se muestran.

Librería	Utilidad
`gsheet`	Baja la hoja de calculo directamente de Google Sheets a un dataframe.
`dplyr`	Permite manipular gramaticalmente las variables de tipo texto. Se usa para limpieza y tratamiento de los datos.

`RColorBrewer`	Amplia la paleta de color a elegir.
`tidyverse`	Para importar transformar y visualizar la información.
`tidytext`	Facilitan la transformación, limpieza y visualización de los datos.
`wordcloud`	Para hacer nube de palabras.
`syuzhet`	Trabaja diccionarios de sentimientos. En este trabajo se usó NRC por su diccionario en español.
`tm`	Herramientas de minería de texto.

3.1 Datos demográficos

Se utilizó la librería `gsheet`, del paquete del mismo nombre, para descargar directamente el archivo de Google Docs en formato de data frame. Se genera un data frame, llamado `motivos`, para la pregunta 7 del formulario y un archivo `edpjun.csv`.

Al correr los comandos estadísticos básicos de `R`, del archivo `edpjun.csv` se obtiene que la pregunta 7 la contestaron un 20.87% de hombres contra un 78.64% de mujeres; el resto, 1 persona, no definió el género (0.49%). En cuanto al nivel de estudios, el conteo obtenido se muestra en la tabla 2.

Aclaración 1. Aunque se pudieran mostrar las salidas directas del programa, estas se han procesado visualmente para ser más claras, conservando los datos arrojados.

Tabla 2. Nivel de estudios en orden descendente de acuerdo a la frecuencia.

Nivel	Frecuencia	Porcentaje
Licenciatura	78	37.86
Maestría	71	34.47

Doctorado	37	17.96
Bachillerato	14	6.80
Licenciatura inconclusa	1	0.49
Pasante de Licenciatura	1	0.49
Candidata a Dra.	1	0.49
Posdoctorado	1	0.49

El rango de edades va de los 18 a los 53 años. Se genera la gráfica de la figura1. Note que se observa un mayor porcentaje de participantes jóvenes.

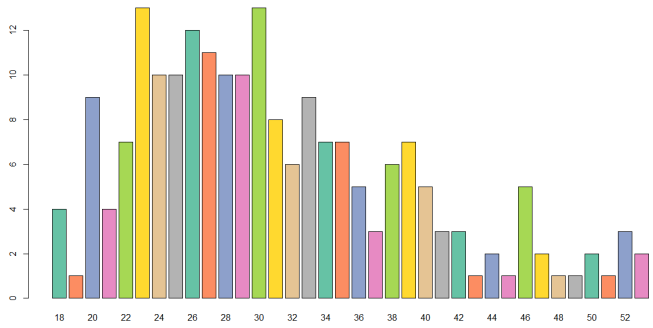


Fig. 5. Distribución de las edades. En la figura se pueden observar dos picos de 13 participantes en las edades de 23 y 31 años.

3.2 Preparación y limpieza del corpus.

Se cuenta con un archivo que enlista 487 palabras vacías en español de México, en un archivo nombrado `vacías.txt`. Las palabras vacías (stopwords) son aquellas palabras que son muy comunes y no aportan información (Kwartler, 2017). De este tipo son los artículos, preposiciones, conjunciones, verbos, adjetivos, los pronombres y los

adverbios. Dependen del idioma en que se trabaja por lo que hay que tener cuidado de usar librerías que permitan trabajar en español, como en nuestro caso. Las librerías de minería de texto cuentan con sus diccionarios de palabras vacías, pero siempre es adecuado poner un listado propio que se va afinando conforme se va usando contextualizado con la investigación actual.

Para hacer la nube de palabras de la figura 2 seguimos un procedimiento como el de Fradejas Rueda (2020): primero se tokeniza `motivos`, es decir, se define un elemento mínimo de análisis, en este caso las palabras, obteniendo 19,721 tokens (no todas son palabras diferentes); se aplica la función `anti_join` de `dplyr` para eliminar las palabras vacías; se agrupan las restantes obteniendo 2,827 palabras distintas. Se cuentan y se ordenan para generar la figura 2. En la tabla 3 se muestran las primeras diez palabras obtenidas en este proceso.

Tabla 3. La diez palabras de mayor frecuencia en nuestro corpus.

Palabra	Frecuencia
Divulgación	215
Ciencia	186
Taller	121
Científica	94
Manera	91
Poder	84
aprender	81
Conocimiento	71
Interés	68
Gustaría	67

Finalmente se usa `wordcloud` para generar la nube de palabras mencionada.

Ahora seguimos un procedimiento como el descrito en Isasi (2021). Para el análisis de sentimientos se realizó un script diferente, pero utilizando el mismo data frame `motivos`.

El comando `get_nrc_sentiment`, de la librería `syuzhet`, llama al diccionario de NRC para calcular la presencia de ocho emociones diferentes y su correspondiente valencia en un archivo de texto. No nos fue posible interactuar con este diccionario usando nuestras palabras clave. El comando mencionado va revisando cada palabra, la traduce al inglés y la asigna a alguna de las emociones de su diccionario: *anger* (enfado), *anticipation* (anticipación), *disgust* (disgusto), *fear* (miedo), *joy* (alegría), *sadness* (tristeza), *surprise* (sorpresa), *trust* (confianza), y de manera más general, a los sentimientos *positive* (positivo) y *negative* (negativo).

Los resultados obtenidos fueron: *disgust = 25, fear = 68, joy = 80, sadness = 65, surprise = 40, trust = 147, anticipation=107, anger =44, negative = 127, positive = 297*. Estos resultados se grafican en la figura 3.

Se genera el corpus para las nubes de palabras de la figura 4 con el comando `Corpus` de la librería `tm`. Asimismo, se genera una matriz de términos con el comando `TermDocumentMatrix` de la misma librería. En esta matriz (término-documento) las celdas contienen un conteo del número de apariciones de un término específico en el texto. Un ejemplo de esta matriz se tiene en la tabla 4. Note que en este ejemplo se han ordenado las palabras en orden alfabético y se ve su asociación con la emoción o el sentimiento.

Finalmente se usa `wordcloud` para generar las nubes de palabras de la figura 4. Para hacer más sencilla la visualización se hicieron dos nubes de palabras de las 8 emociones.

Tabla 4. Primeras seis filas de una matriz término-documento. Este ejemplo se obtiene con el comando `head` aplicado a la matriz.

Terms	sadness	joy	anger	fear
abism	1	0	0	0
apena	1	0	0	0
arte	2	2	0	0
artícul	1	1	0	0
autor	1	0	1	1
carrer	17	0	0	17

4 Análisis

El corpus de `motivos` está formado por las respuestas a la pregunta 7 del formulario: *Escriba sus motivos para tomar este taller*. En este corpus se pueden encontrar respuestas como las que se ven en la tabla 5.

Tabla 5. Muestra de respuestas que se pueden leer en el data frame `motivos`. Obtenida al azar solo con fines ilustrativos. Note que se ha respetado la redacción original salvo por la información que pudiera afectar la confidencialidad.

ID	Nivel de estudios	Motivos
112	Bachillerato	La divulgación científica ha sido una de las más importantes inspiraciones por que me llamo hacia el área de la ciencia desde muy joven. Y me gustaría aprender a comunicar mejor la ciencia por este taller, adquirir nuevas habilidades en esa cuestión para

		poder inspirar a más jóvenes a adentrarse en ella.
22	Licenciatura	Una de mis debilidades es ser temerosa a escribir o redactar, este taller me enseñaría muchas cosas que me ayudarán con mis metas, además de darme herramientas y la confianza para saber de lo que soy capaz y por último, quiero tener la experiencia de asistir a este taller y poder publicar un artículo de divulgación; de manera profesional o como titulación.
3	Maestría	Cuando escucho la palabra "taller" inmediatamente lo relaciono con lo práctico, en ese sentido quisiera aprender a escribir de manera técnica escritos de divulgación sin que se pierda ese sentido de investigación defendiendo con argumentos mi postura. También porque este concepto de escribir para divulgar, en la evaluación docente debe reforzarse ya que es la aplicación y ampliación del conocimiento.
48	Doctorado	[…] tengo la convicción de que una de las tareas que debe realizar un científico es el de divulgar, que el conocimiento sea abierto, accesible y libre para todos. El conocimiento es el camino para el bienestar de una sociedad en todos sus niveles. Me gustaría tomar este taller y obtener herramientas que me ayuden a concretar mis proyectos.

Con el procedimiento mencionado en la sección anterior se procesa la columna de motivos y se obtienen las frecuencias de la tabla 3.

Esta nos sirve para generar una imagen (la nube de palabras) que ayuda a interpretar estos resultados.

Una nube de palabras (*wordcloud*) es una herramienta visual que permite reconocer la frecuencia que tiene una palabra: aquellas con mayor frecuencia se visualizan con mayor tamaño. Para que sea más fácil diferenciar tamaños, se muestran de colores diferentes.

Fig. 2. Nube de palabras del corpus de motivos.

En la figura 2 se aprecia, como ya se veía en la tabla 3, que la palabra con mayor frecuencia es *divulgación*, seguida de *ciencia*, y *taller* en tercer lugar. Esta visualización permite apreciar que los motivos de los aspirantes al taller están alineados a lo que se podría esperar de un taller que habla sobre divulgación de la ciencia.

Se puede apreciar también que escribir está en el mismo nivel de *herramientas* y *conocimiento*, pero aparecen también *gustaría, interés,* y *tengo,* que empiezan a relacionarse con necesidades de los participantes. Bajando otro nivel, aparecen nuevos términos que asociamos con estas necesidades como *mejorar, habilidades, considero, quiero*.

En vista de esto, vale la pena realizar un segundo análisis, formalmente llamado *análisis de sentimientos* para poder registrar

las emociones que se muestran en el corpus. Este primer análisis se muestra en la figura 3.

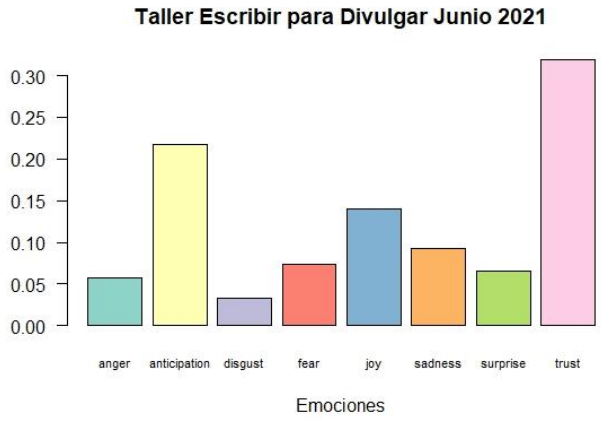


Fig. 3. Emociones del corpus Motivos, en porcentajes.

Como se puede observar, la emoción que más se muestra en el corpus es la de confianza, seguida de anticipación, lo cual es algo bueno para un curso o taller que se oferta con muy poca información de su contenido y que habla de que las personas esperan obtener algo bueno de ese curso. La siguiente emoción es alegría. Pero llama la atención que las siguientes emociones sean tristeza y enfado. Esto mueve a realizar un análisis buscando evidenciar que palabras se asocian a las emociones, para esto se realizan unas nubes de palabras de un tipo muy particular que se llama *nube polarizada*. Estas se muestran en la figura 4.

Note que, en estas nubes, las palabras se asocian con cada emoción a partir de un color dado. Vemos que la palabra *escritura* pertenece tanto a *confianza* como a *enfado,* así como *artículo* se relaciona con *disgusto,* pero también con *felicidad*. Esto se debe a que la palabra es valorada en cada emoción y su tamaño en la imagen representa la frecuencia con la que aparece en el texto. Una palabra neutra como *muy* nos hace darnos cuenta de que el diccionario usado por NRC puede fallar en la traducción y por lo tanto en la valoración de las emociones, por lo que se deben revisar con cuidado los resultados.

Fig. 4. Nubes polarizadas del corpus de motivos formadas con las emociones como palabras polarizadoras.

Un dato revelador es que al calcular el porcentaje de términos positivos se tiene 81.5%, contra el 18.5% de términos negativos.

Ahora regresamos a las expresiones dentro de *Motivos*, las releemos, guiados por los resultados anteriores para ver la palabra en contexto. Por ejemplo, tomando como base la palabra *escritura*, que aparece 30 veces en el corpus. De ellas 11 aparecen en una definición o en un contexto neutro. En las otras los solicitantes expresan sus deseos de aprender a escribir o a comunicarse de manera escrita, basados en necesidades académicas o de comunicación, y los menos como parte de su proceso de preparación como divulgadores científicos.

Se realiza esta lectura para abducir nuestra respuesta a la pregunta de investigación, guiados por las palabras más frecuentes obtenidas corpus de motivos:

> A la pregunta ¿Cómo son las expectativas de los solicitantes para el Taller Escribir para Divulgar ofertado en mayo de 2021? Respondemos: a pesar de que la información dada por el cartel era escasa, los participantes tienen *interés* en aprender *herramientas* de *escritura*, y generar *contenidos* de ciencia; a nivel personal quieren *aprender* a compartir sus *conocimientos* ejerciendo la *divulgación científica* por medio de su preparación en este *taller*. Si hacemos eco del análisis de sentimientos, en

general sus expectativas son *positivas*, se tiene mucha *confianza* hacia el taller, la *expectativa* es alta y hay una especie de *alegría* por iniciar algo nuevo, pero, como todo proceso en el que te enfrentas a algo desconocido, las emociones *negativas* como *tristeza* y *miedo* están presentes y deben superarse con las actividades mismas del taller.

5 Conclusiones y trabajos futuros

De acuerdo a Ignatow & Mihalcea (2018), este trabajo corresponde a una investigación ideográfica, en un nivel de análisis textual, un modo mixto de análisis, aplicado a un solo documento con inferencia abductiva.

Ideográfica porque estudiamos un evento particular en un momento específico de tiempo para un grupo particular de individuos. Es posible que no volvamos a tener tal cantidad de solicitantes al taller. Es un modo mixto porque no solo usamos cálculos estadísticos, sino que buscamos entender las emociones asociadas a los términos del corpus al revisitar los textos de este. La inferencia es abductiva pues no podemos inducir o aplicar alguna ley y, sin embargo, aventuramos una explicación del caso estudiado a partir de las evidencias y las posibles explicaciones (Moscoso, 2019).

Como se puede apreciar, hacer un ejercicio de este tipo enriquece la apreciación que una persona puede tener acerca del contenido de un corpus, además que el uso minería de texto es de mucha ayuda si ese corpus es masivo. La comunicación pública de la ciencia ha mostrado ser una buena herramienta para mejorar la cultura científica del ciudadano (Sánchez-Mora & Macías-Nestor, 2018). El taller analizado busca capacitar a las personas para hacer divulgación de la ciencia, por lo que comprender las motivaciones de quienes quieren capacitarse apoya a la mejora de este taller, que impacta en la sociedad al generar contenidos científicos por personas que quieren comunicar ciencia, de ahí la importancia del análisis presentado.

Claramente hay que profundizar en las herramientas de text mining para hacer análisis más elaborados, como redes de relaciones con n-gramas (más de una palabra), así como comprender la importancia

de cada palabra en contexto, por ejemplo: hay elementos gramaticales que varían de acuerdo al nivel de escolarización (A. Vázquez, 2021). Esto último es un trabajo a futuro (cercano), que debe hacerse con expertos en lingüística de manera interdisciplinaria, no solo para profundizar en los hallazgos, sino enriquecer ambas disciplinas con los métodos que se desarrollan por separado.

Agradecimientos. A los participantes del taller que expresaron su conformidad e interés en que este ejercicio se realizara y se hiciera público.

Referencias

Cortez Reyes, R. A. (2018). Extracción de conocimiento a partir de textos obtenidos de Twitter. *Entorno*, *65*, 30–41. https://doi.org/10.5377/entorno.v0i65.6048

Cuevas Cajica, Y., & Mireles Vargas, O. (2016). Representaciones sociales en la investigación educativa. Estado de la cuestión: Producción, referentes y metodología. *Perfiles educativos [Online]*, *38*(153), 65–83.

Fradejas Rueda, J. M. (2020). *Cuentapalabras Estilometría y análisis de texto con R para filólogos*. Laboratorio de Innovación en Humanidades Digitales. http://www.aic.uva.es/cuentapalabras/

Ignatow, G., & Mihalcea, R. (2018). *An introduction to text mining: Research design, data collection, and analysis*. SAGE.

Isasi, J. (2021). Análisis de sentimientos en R con "syuzhet". *The Programming Historian en español*, *5*. https://doi.org/10.46430/phes0051

Kwartler, T. (2017). *Text mining in practice with R*. John Wiley & Sons.

Moscoso, J. N. (2019). Abductive reasoning: a contribution to knowledge creation in education. *Cadernos de Pesquisa*, *49*(171), 308–329. https://doi.org/10.1590/198053145255

Sánchez-Mora, M. del C., & Macías-Nestor, A. P. (2018). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: Acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias.*, *16*(1), 1–13. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1103

Vázquez, A. (2021, septiembre 11). *Comentarios* [Comunicación personal].

Uso de Sistemas Hipermedia Adaptativos en el proceso de aprendizaje. Un estudio preliminar.

[1]Jose Areli Carrera, [2]Josefina Guerrero García, [3]E. Erica. Vera Cervantes
[1]Facultad de Cs. de la Electrónica, [2,3]Facultad de Cs. De la Computación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
{joseareli.carreraroman, josefina.guerrerogarcia, eugenia.veracervantes}@ viep.com.mx

Resumen. Los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) se presentan como una herramienta digital que, resultado de distintas investigaciones, reflejan las aportaciones y efectos positivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues tienen la capacidad de adaptación respecto a características individuales de cada estudiante, resaltando estilos de aprendizaje y razonamiento, interacción respecto a tiempo y tópicos de interés. En este documento se muestran los resultados de una revisión de la literatura del uso de los SHA, presentando resultados del análisis bibliométrico de 86 documentos obtenidos de las bases de datos Scopus y Web of Science, el reporte realizado muestra los hallazgos de 5 preguntas de investigación, conclusiones preliminares y trabajo futuro.

Palabras Clave: Sistema Hipermedia Adaptativo, Herramienta Digital, Estrategias Didácticas en el Aprendizaje, e-Learning.

1 Introducción

El uso de la tecnología en educación es un elemento clave en el acompañamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, los avances tecnológicos han permitido la implementación de distintas herramientas que buscan fortalecer la adquisición y comprensión de conocimientos, en este sentido encontramos las modalidades b-learning, e-learning, presenciales e incluso híbridas, donde se utilizan diversos elementos; por ejemplo: recursos multimedia, de búsqueda y acceso a la información, sistemas tutores inteligentes, entre otros. El uso de la tecnología dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje tiene un papel muy importante, actualmente es un elemento esencial en todos los niveles educativos, por ese motivo las exigencias, en cuanto a la reflexión, de las formas de enseñar y aprender han incrementado exponencialmente (Arteaga & Fabregat, 2002).

Los Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) son una opción para considerar en el ámbito educativo debido a que su objetivo es construir un espacio de aprendizaje capaz de ajustarse a las particularidades de cada alumno, con lo que constituyen una forma única de interacción y reciprocidad entre el sujeto y el hipermedia educativo, estableciéndose, como un potente recurso didáctico (Berlanga & García, 2004).

Entre la multiplicidad de definiciones existentes de un SHA, una de las más aceptadas en el área educativa es propuesta por Brusilovsky (1996), quien lo define como un sistema que se basa en el hipertexto, el cual muestra características del usuario y aplica este modelo para la adaptación de aspectos visibles del sistema de usuario, entendamos, de acuerdo con la Real Academia Española (2014, definición 1), que el hipertexto es definido como: "el conjunto estructurado de textos, gráficos, etc., unidos entre sí por enlaces y conexiones lógicas"; mientras que la hipermedia se refiere a la inclusión de texto y multimedia, con la diferencia de que permite la interacción.

Hoy en día, se puede apreciar que el uso de la tecnología como herramienta en la educación van de la mano, creciendo exponencialmente las expectativas que pueden generarse, desde la experiencia de usuario al poder navegar dependiendo del grado de conocimiento que este ofrece para generar información y así proporcionar el material indicado (Palacios et. al., 2003).

En México, la educación superior es un factor medular, para la obtención de competencias y conocimiento, en camino del posicionamiento económico. Siendo los estudiantes universitarios quienes desarrollan competencias y conocimientos técnicos, profesionales, disciplinares y transversales (OECD, 2019).

Sin embargo, de acuerdo con parámetros nacionales e internacionales, la Educación en México es de bajo nivel. De ello hay diversas evidencias, reflejadas mediante los resultados de la prueba PLANEA 2017, la mayoría de los y las jóvenes de nivel medio superior, "no tiene potencial para realizar actividades de alta complejidad cognitiva, científicas u otras" (INEE, 2019). Recalcando que los estudiantes de nivel medio superior se incorporan al nivel superior con estas carencias y con nuevos objetivos que cumplir para la

formación integral de acuerdo con el perfil de egreso establecido, es necesario considerar los SHA para fortalecer las habilidades cognitivas que necesitan estos estudiantes y lograr cumplir con las metas establecidas. En esta investigación se presenta un análisis de los SHA en el proceso de aprendizaje, en la sección 2 se describe la metodología aplicada para la revisión sistemática, la sección 3 muestra los hallazgos relevantes y en la sección 4 se presentan las conclusiones.

2 Metodología

Se realizó una investigación teórica a partir del análisis de la literatura y el estado del arte en cuanto a las características de los SHA y sus aplicaciones en educación.

La revisión sistemática de los estudios de investigación referentes a los SHA en el ámbito educativo se llevó a cabo mediante la metodología de revisión propuesta por Xie et al. (2019) y en seguimiento de las recomendaciones de Okoli & Schabram (2010), llevando a cabo los siguientes pasos: 1. Propósito de la literatura, 2. Protocolo y formación, 3. Búsqueda de la literatura, 4. Pantalla práctica, 5. Valoración de la calidad, 6. Extracción de los datos, 7. Síntesis de estudios y 8. Redacción de la revisión. El propósito de realizar esta revisión es conocer el uso, aportaciones e implementaciones de los SHA en los últimos años en el enfoque educativo. En primera instancia se realizó una búsqueda de conceptos respecto a los SHA, donde el criterio de búsqueda surge a partir de los descriptores en inglés: Adaptive Hypermedia System, Education, Learning, ya que al realizar una búsqueda general se identifica que los documentos hallados predominan el idioma inglés. Las bases de datos utilizadas fueron Web of Science y Scopus, mediante la consulta formulada de la siguiente forma: "Adaptive Hypermedia System" AND Education AND Learning.

Posteriormente, derivado de una primera búsqueda de información se establece considerar las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Quiénes son los principales autores que han trabajado el tema de SHA?, (2) ¿Cuáles son los conceptos clave relacionados con la implementación de SHA?, (3) ¿Cuál es la producción científica de SHA anualmente? Posterior, se realiza un análisis estadístico y es posible generar una distinción cualitativa respondiendo a las siguientes

preguntas de investigación; (4) ¿Cuáles son los aspectos de mayor relevancia en los SHA?, (5) ¿Qué áreas han presentado evidencia del uso de un SHA?

Una vez respondidas y analizadas las preguntas planteadas, es posible clasificar los resultados de la búsqueda de acuerdo con 4 propiedades: temporalidad, metodología, tipo de publicación y autores. El análisis se enfoca en los patrones que relacionan las propiedades anteriormente mencionadas.

3 Desarrollo

3.1 Revisión sistemática exploratoria con R a través de Bibliometrix

A través de las bases de datos, anteriormente mencionadas, se realizó la búsqueda de documentos obteniendo 86 resultados, los cuales fueron exportados en formato BibText incluyendo información de: citación, bibliografía, resumen, palabras clave, referencias. Posteriormente, utilizando el software R con el paquete Bibliometrix se importaron los datos, indicando el archivo y tipo. Bajo la interfaz de este paquete, fue posible analizar información con diferentes filtros, como: los autores de mayor consulta (citación), la frecuencia de conceptos, el periodo de tiempo con mayor producción, la relación entre conceptos, etc.

3.2 Síntesis de evidencia por niveles

Mediante la obtención de resultados se puede apreciar la contribución analizada desde una perspectiva tecnológica (Fig. 1) reflejando puntual interés, ya que las fuentes de información muestran que áreas enfocadas al cómputo realizan investigaciones en torno a los SHA, teniendo como resultado una producción que ha ido creciendo.

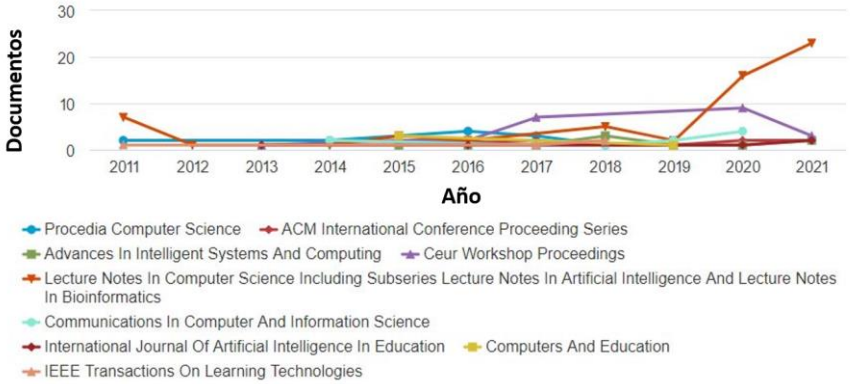


Fig. 1. Contribuciones por fuentes de información.

Un elemento importante para considerar es la producción y contribución que se realizada por las aportaciones en la investigación respecto a los SHA, el tipo de trabajos analizados, que corresponde a los 86 documentos revisados, muestra que la mayor aportación, con el 68.8%, corresponde a artículos de conferencia, 21.5% a artículos de revista, 4.3% a revisiones de literatura, mientras que el 2.2% son capítulos de libro, el 2.2 % a revisiones de conferencia y, finalmente, el 1.1% corresponde a libros.

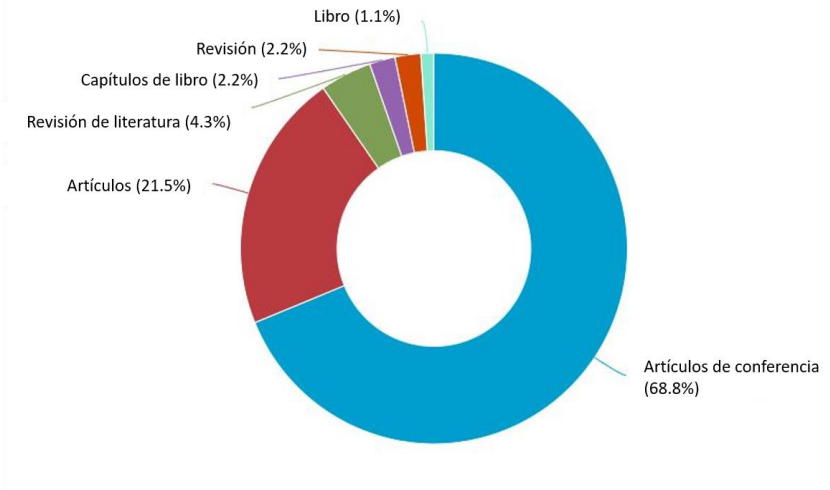


Fig. 2. Tipos de documentos revisados.

4 Resultados

Para los 86 documentos encontrados en las bases de datos se hizo un proceso de selección mediante un análisis cualitativo, eliminando 12 documentos que no tienen a los SHA como una herramienta tecnológica, 8 documentos que no tienen contribución en la mejora del proceso de aprendizaje y 12 documentos que se enfocan con mayor incidencia en el material multimedia. Para los 54 documentos restantes, se llevó a cabo el análisis comparativo tomando en cuenta indicadores respecto a la fuente de procedencia, el resumen y palabras clave, así como la incidencia en la citación y productividad de los autores y el enfoque empleado. En la Fig. 3 se muestra el proceso de exclusión que se llevó a cabo.

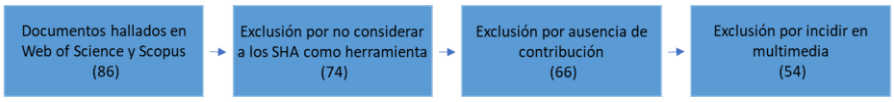


Fig. 3. Proceso de filtrado de selección de resultados.

4.1 Análisis, Síntesis y Discusión

Al obtener los resultados de búsqueda es posible responder a las preguntas generadas con datos certeros que permiten contribuir en este proceso de investigación. Respecto a la pregunta (1) ¿Quiénes son los principales autores que han trabajado el tema de SHA? Se observa que Brusilovsky es uno de los autores con mayor trabajo de investigación en este tema (Fig. 4), de hecho, es de los autores con un mayor grado de aceptación en cuanto a la definición del SHA donde menciona que contiene características propias del usuario y utiliza ese modelo para posibilitar la adaptación de aspectos visibles dirigidos al usuario (Brusilovsky, 1996).

La respuesta a la pregunta (2) ¿Cuáles son los conceptos clave relacionados con la implementación de SHA? Presenta evidencia de relación entre términos donde se incluye a los humanos como principal vertiente en el uso de los SHA, como se revisa en la literatura, este tipo de sistemas valora al usuario en un entorno individual, garantizando experiencias favorables de usabilidad en este caso a los estudiantes como tópico de estudio (Özyurt et. al 2014). Otros conceptos que se pueden apreciar como parte de la red, que

conforma el ambiente de estudio e investigación respecto a los SHA, son los tipos de educación que incluye la educación a distancia y el e-learning, así como el cómputo educativo, siendo este último elemento de vital trascendencia en este momento de pandemia (Fig. 5).

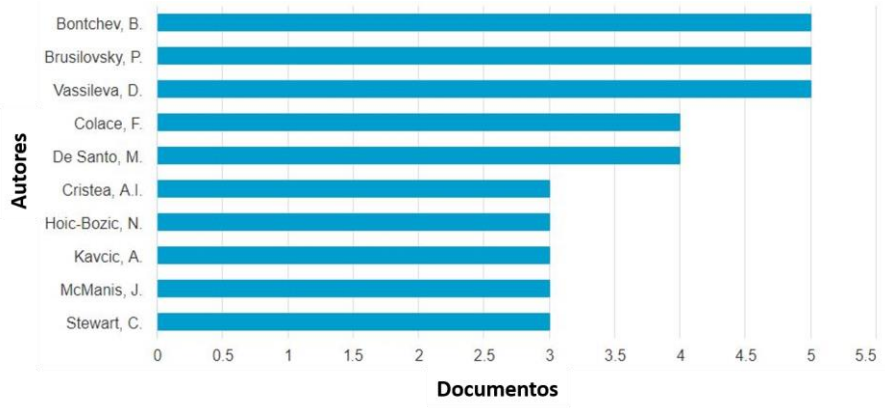


Fig. 4. Contribuciones por autor.

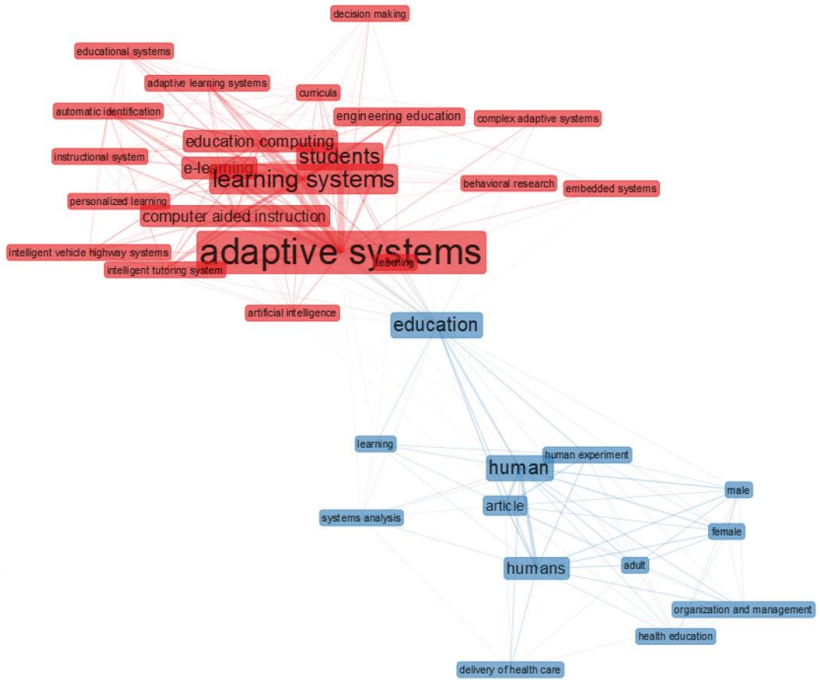


Fig. 5. Estructura conceptual.

El análisis de las aportaciones que anualmente se realizan responden la pregunta (3) ¿Anualmente cuál es la producción científica de SHA?, en la Fig. 6 se visualiza el comportamiento de las contribuciones por periodo de tiempo, si bien es cierto que los últimos años ha sido un tema donde ha disminuido la incidencia de trabajos científicos en torno a este tema, la realidad que estamos viviendo a causa de la pandemia y los nuevos retos respecto al uso de recursos tecnológicos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje serán un parteaguas para evidenciar la necesidad de continuar con el estudio e implementación de SHA, ya que cada vez se requiere de personalizar contenidos de acuerdo a contextos individuales (Ocepek, et. al 2013).

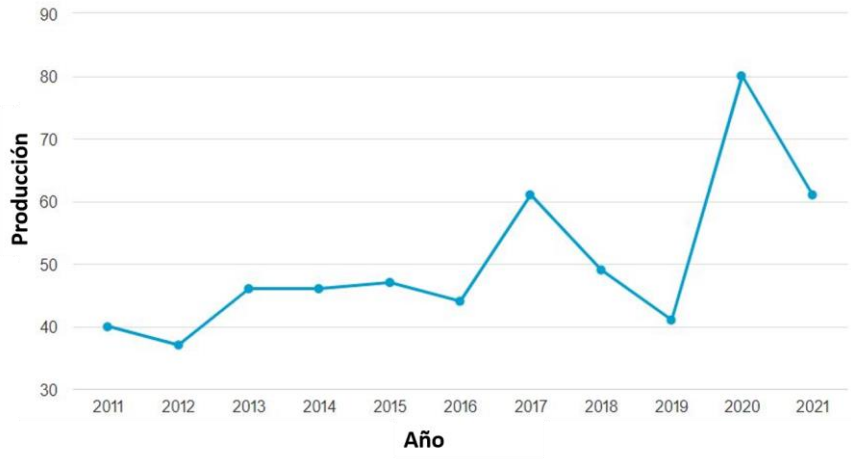


Fig. 6. Producción anual de aportaciones

Respecto a el planteamiento de la pregunta 4 ¿Cuáles son los aspectos de mayor relevancia en los SHA? se obtiene que el uso de SHA en el proceso de aprendizaje exige conocer al estudiante (Bouchboua et al., 2016), pues de ello depende el éxito en el diseño e implementación, dando pie a un sistema que de manera autónoma facilite el manejo de contenido y la interacción continua, el material contenido y administrado por el SHA permite la flexibilidad, pues permite reconocer elementos trascendentes por ejemplo, la capacidad de diferenciar la interacción entre los usuarios y así evidenciar la relevancia de los estilos de aprendizaje para la

obtención y comprensión de información (Qodad et al., 2020; Weber et al., 2016) .

Autores de las áreas de tecnología educativa analizan el impacto de los SHA como parte de los recursos digitales que, basándose en la peculiaridad individual del entorno del estudiante, permite que el aprendizaje se transforme de manera gradual hacia un paradigma del aprendizaje personalizado, exigiendo que los contenidos temáticos sean dinámicos, es decir que se permita la adaptación en respuesta de las necesidades de los estudiantes (Apoki et al., 2020; Hadwen-Bennett et al., 2019; Tmimi et al., 2019).

Por su parte, se reconoce el uso de SHA en el ámbito educativo en secuencia de un modelo de instrucción analizando la base pedagógica donde se estudia el estilo de aprendizaje y adapta de manera individual el seguimiento de cada estudiante, mencionando que es posible lograr niveles de metacognición a través de dichos sistemas si desde el planteamiento se establecen los objetivos a alcanzar (Solovieva et al., 2020; Tsortanidou et al., 2017).

Es importante delimitar las áreas y contenido de acuerdo con un diagnóstico previo, en cuanto a las evidencias en torno al territorio, encontramos que Estados Unidos seguido de España y Reino Unido son los países con mayor incidencia en la publicación de artículos respecto a este tema de investigación (Fig. 7), quedando sin aportaciones numerosas en México, pues en la búsqueda no es incluido.

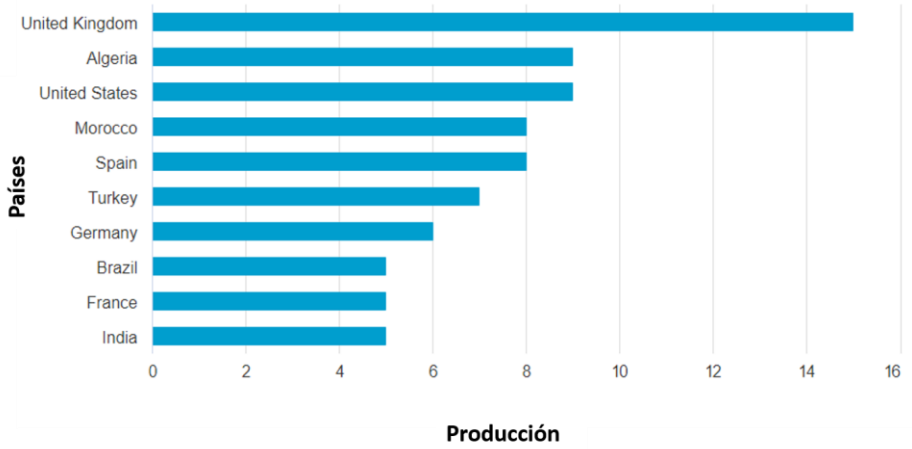


Fig. 7. Países con mayor aportación de investigación de SHA

La pregunta 5. ¿Qué áreas han presentado evidencia del uso de un SHA? analizaremos en primera instancia que las aportaciones que se obtienen a partir de la implementación y uso de los SHA tienen mayor auge en la flexibilidad de contenido respecto a los estilos de aprendizaje que muestran los estudiantes, mediante la revisión de la literatura se reconocen las funciones y bondades entre los tutores inteligentes y los SHA, donde resalta la capacidad de adaptación y flexibilidad ofertada por estos sistemas (Wilson et al., 2017). El uso de SHA ha tomado a consideración de estudio el diseño basado en estilos de aprendizaje, donde independientemente al área de estudio, se requiere reconocer características particulares del estudiante para proporcionar materiales y actividades óptimas en resultado de ese conocimiento (Mampadi et al., 2011; Markovic et al., 2018; Medina et al., 2016).

Se muestran resultados favorables del uso de los SHA en el aprendizaje del idioma inglés, generando autonomía por parte de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, ya que permite la adaptación respecto a las preferencias individuales (Agudo et al., 2016; Vera et al., 2019). En el área matemática también existen evidencias del uso de SHA (Cueli et al., 2016); sin embargo, le da un mayor impacto a la adaptación en respuesta a los estilos de aprendizaje y no a conocimientos previos para fortalecer temas específicos, en cambio (Cervantes et al., 2014) identifican las

necesidades de aprendizaje para proponer actividades que contribuyan a un entorno óptimo de conocimiento.

5 Conclusiones y trabajos futuros

En este artículo se presentan los resultados preliminares de la revisión de la literatura sobre SHA en el ámbito educativo. Los resultados obtenidos reflejan la relevancia e impacto desde el área computacional; sin embargo, las aportaciones en el sector educativo son importantes. Hoy en día, derivado de los cambios forzosos que se han tenido que realizar en el proceso de enseñanza-aprendizaje por la contingencia que vivimos, personalizar los materiales individualmente es un reto para la docencia, pues se requiere cumplir con ciertos objetivos, pero dar seguimiento de acuerdo con las necesidades y habilidades de los estudiantes se convierte en una tarea primordial. Precisamente los SHA permiten flexibilizar los contenidos de acuerdo con las capacidades individuales, de alguna manera muestran el camino a seguir para lograr el cumplimiento de los objetivos. Aunque la producción científica desde 2011 a la fecha ha disminuido respecto a los SHA, se espera que este tipo de investigaciones incremente al dejar en evidencia los nuevos retos que se tienen en el proceso de enseñanza utilizando herramientas digitales y facilitando el proceso de aprendizaje a los estudiantes. Las aportaciones que se obtienen a partir de la implementación y uso de los SHA tienen mayor auge en la flexibilidad de contenido respecto a los estilos de aprendizaje que muestran los estudiantes; sin embargo, es importante delimitar las áreas y contenido de acuerdo con un diagnóstico previo.

Realizar esta investigación permite conocer la pertinencia del uso e implementación de sistemas adaptables a entornos de enseñanza-aprendizaje, detectando que aunque desde hace más de 10 años ha sido un tema de interés, actualmente por las condiciones y los modelos educativos (híbridos, eLearning, a distancia) que se han implementado en todos los niveles de estudio, permitir que el estudiante pueda avanzar a su propio ritmo y de acuerdo a características propias (de conocimientos y/o habilidades) es una labor que requiere tiempo y trabajo adicional para el docente, mencionando que cada grupo de estudiantes tiene n-características

y necesidades diferentes, por ello el uso de los SHA permite reconocer de forma individual a cada uno y proporcionar contenido adaptable a sus avances. Actualmente se detecta que el uso de los SHA ha brindado aportes en el aprendizaje de un segundo idioma, además de proporcionar pertinencia al tomar en consideración los estilos de aprendizaje para aprender temas selectos.

Una vez analizada la pertinencia y uso de los SHA, parte del trabajo a futuro es desarrollar e implementar un SHA que permita contribuir al área de matemáticas en Nivel Medio Superior.

Agradecimientos. Esta investigación se realizó gracias al financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) No. de CVU 1070021

Referencias

Agudo, J.E., Rico, M., y Sánchez, H. (2016). Design and Assessment of Adaptive Hypermedia Games for English Acquisition in Preschool. J. Univers. Comput. Sci., 22, 161-179. (Memoria en extenso)

Apoki, U. C., Al-Chalabi, H. K. M., y Crisan, G. C. (2020). From digital learning resources to adaptive learning objects: An overview doi:10.1007/978-3-030-39237-6_2

Arteaga, C., y Fabregat, R. (2002). Integración del aprendizaje individual y del colaborativo en un sistema hipermedia adaptativo. JENUI, 2(2), 107-114.

Berlanga Flores, A. J. y García Peñalvo, F.J. (2004). Sistemas Hipermedia Adaptativos en el ámbito de la educación. Informe Técnico – Technical Report DPTOIA-IT-2004-001. Universidad de Salamanca.

Bouchboua, A., Ouremchi, R., y El ghazi, M. (2016). Educational Content Development Process in "CleverUniversity": Our Dynamic Adaptive Hypermedia Environment. International Journal Of Emerging Technologies In Learning (IJET), 11(12), pp. 14-22. doi:http://dx.doi.org/10.3991/ijet.v11i12.5868

Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User Adapted Interaction, 6,2-3, 87-129.

Cervantes, E. E. V., Garnica, C. C., Navarro, Y., y Funez, M. M. O. (2014). Sistema hipermedia basado en competencias para el diagnóstico del aprendizaje de fracciones matemáticas (SMCDAFRAC). Res. Comput. Sci., 88, 75-86.

Cueli, M., González-Castro, P., Krawec, J., Carlos Núñez, J., y Antonio González-Pienda, J. (2016). Hipatia: a hypermedia learning environment in mathematics. Anales de Psicología, 32(1), 98–105.

Hadwen-Bennett, A., y Economou, D. (2019). Adaptive hypermedia driven serious game design and cognitive style in school settings: An exploratory study doi:10.1007/978-3-030-23089-0_11

INEE. (2019). Informe de resultados planea EMS 2017. El aprendizaje de los alumnos de Educación Media Superior en México: lenguaje y comunicación y matemáticas. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.

Mampadi, F., Chen, SY, Ghinea, G. y Chen, MP (2011). Diseño de sistemas de aprendizaje hipermedia adaptativos: un enfoque de estilo cognitivo. Computadoras y educación, 56 (4), 1003-1011.

Markovic, M., Kadoic, N., y Kovacic, B. (2018). Selection and Prioritization of Adaptivity Criteria in Intelligent and Adaptive Hypermedia e-Learning Systems. TEM Journal, 7, 137-146.

Medina N., y García-Cabrera, L. (2016). A taxonomy for user models in adaptive systems: Special considerations for learning environments. The Knowledge Engineering Review, 31(2), 124-141. doi:10.1017/S0269888916000035

Ocepek, U., Bosnić, Z., Nančovska Šerbec, I., y Rugelj, J. (2013). Exploring the relation between learning style models and preferred multimedia types. Computers and Education, 69, 343-355.

OECD (2019), Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher Education, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/9789264309432-en.Okoli, C., y Schabram, K. (2010). A guide to conducting a systematic literature review of information systems research.

Okoli, C., y Schabram, K. (2010). A guide to conducting a systematic literature review of information systems research.

Özyurt, Ö., Özyurt, H., Güven, B., y Baki, A. (2014). The effects of UZWEBMAT on the probability unit achievement of turkish eleventh grade students and the reasons for such effects. Computers and Education, 75, 1-18.

Palacios, L., Arenas, R., Pérez, G. (2003) "Sistemas Hipermedia Adaptativos: una aproximación al tema. Revista Cubana de Informática Médica, No. 2 Año 3. Extraído el 13 de enero, 2006, de http://www.cecam.sld.cu/rcim/revista_5/articulos_pdf/hipermedia.pdf

Qodad, A., Benyoussef, A., El Kenz, A., y El Yadari, M. (2020). Toward an adaptive educational hypermedia system (AEHS-JS) based on the overlay modeling and felder and silverman's learning styles model for job seekers. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 15(8), 235-254. doi:10.3991/IJET.V15I08.10574

Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española (23a ed.)

Solovieva, Y., González-Moreno, C. X., Rosas-Rivera, Y., Mata-Esquivel, A., Morales-González, M. A. (2020). Resultados da pesquisa educacional a partir do modelo histórico-cultural e da teoria da atividade na Universidad Iberoamericana de Puebla. Ensino Em Re-Vista, 27(Especial), 1256-1274.

Tmimi, M., Benslimane, M., Berrada, M., y Ouazzani, K. (2019). Implemented and Tested Conception Proposal of Adaptation Model for Adaptive Hypermedia. International Journal Of Emerging Technologies In Learning (IJET), 14(02), pp. 16-29.

Tsortanidou, X., Karagiannidis, C., y Koumpis, A. (2017). Adaptive Educational Hypermedia Systems based on Learning Styles: The Case of Adaptation Rules. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 12(5), 150–168.

Vera, E. E., Navarro, Y., y Guerrero, J. (2019). Sistema hipermedia adaptativo para el apoyo del aprendizaje autónomo del idioma inglés. Research in Computing Science, 148, 91-104.

Wilson, C., y Scott, B. (2017). Adaptive systems in education: a review and conceptual unification. The International Journal of Information and Learning Technology.

Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., y Wang, C. C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. Computers & Education, 140, 103599.

Modelos tecnopedagógicos con bases metacognitivas: una revisión sistemática

Libia Adriana León-Izurieta, Daniel Mocencahua-Mora, Alfonso Cano-Robles
Doctorado en sistemas y ambientes educativos.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
México, Puebla, Puebla 72230, México
{libiaadriana.leonizurieta, daniel.mocencahuamora,
alfonso.canorobles}@viep.com.mx

Resumen. La pandemia por Covid-19, ha transformado las estrategias de enseñanza-aprendizaje en todo el mundo. En este trabajo se plantea una revisión sistemática de la literatura, que busca la aplicación de modelos tecnopedagógicos con estrategias metacognitivas. Las bases de datos que se utilizaron fueron: Scopus, WOS y Springer. Se incluyeron: publicaciones académicas de revistas arbitradas de acceso abierto y no abierto, publicaciones de los últimos 5 años (2016-2021), uso de un modelo pedagógico basado en la metacognición, uso de un modelo tecno-pedagógico, uso de las TIC en el modelo pedagógico y publicaciones en educación superior. Los principales elementos encontrados fueron el *aula invertida*, el *modelo TPACK* y *cursos de acceso abierto* que permitieron observar la autorregulación del aprendizaje de los estudiantes. Existen desafíos en la aplicación de los modelos tecnopedagógicos que requieren una diversificación de las estrategias pedagógicas, tecnológicas y psicológicas, así como el monitoreo y la evaluación de los modelos tecnopedagógicos.

Palabras Clave: Modelo tecnopedagógico; Metacognición; TIC.

1 Introducción

Actualmente la pandemia por COVID-19, declarada por la OMS en marzo de 2020, ha cambiado las estrategias de enseñanza en todo el mundo, la educación a distancia se ha vuelto primordial para docentes y estudiantes, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son esenciales para continuar con los contenidos educativos (Frazier, 2021; Mpungose, 2020; Thakur, 2015). Ante este escenario los docentes se han capacitado para ello, adaptando

los modelos pedagógicos y contenidos a la virtualidad, sin embargo, la alfabetización digital resulta insuficiente para que los estudiantes comprendan los contenidos, además el ambiente virtual ha agregado otros elementos que no se habían considerado en un ambiente presencial. Por ello aprender a aprender es crucial junto con la creación de entornos virtuales que adapten modelos pedagógicos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje (Banerjee et al., 2018).

El objetivo de este estudio es identificar en la literatura modelos pedagógicos basados en la metacognición apoyados por las TIC pues debido al contexto de la pandemia por Covid-19, es fundamental revisar las aplicaciones y las evaluaciones para destacar los beneficios y las deficiencias de modelos tecnopedagógicos que permiten generar experiencias de aprendizaje que contemplen la autorregulación y el monitoreo del aprendizaje de los estudiantes y los docentes.

Las TIC ofrecen herramientas pedagógicas que favorecen un cambio en las metodologías, actividades y evaluaciones del proceso de enseñanza-aprendizaje, se busca el trabajo colaborativo y la creación de experiencias de aprendizaje que aseguren el manejo de los entornos virtuales, trabajar en colaboración con otros profesionales, aprovechar las herramientas virtuales y diseñar contenido interactivo y colaborativo (Castellanos Sánchez et al., 2017; Claro et al., 2017).

Se ha establecido que las experiencias de aprendizaje mejoran mediante habilidades: como el monitoreo y evaluación del aprendizaje, que son propios de la metacognición. Al respecto Flavell (1985) citado en Jaramillo Naranjo & Simbaña Gallardo (2014) define el conocimiento metacognitivo como la comprensión de los factores o variables que interactúan, afectan el curso y el resultado de una experiencia metacognitiva, esto implica el conocimiento personal, así como identificar, hacer conciencia y perseguir la conquista de un objetivo o situación (Romero Castro & Vergara Novoa, 2014).

El conocimiento metacognitivo orientado al diseño interactivo, incluye experiencias de aprendizaje que pueden mejorar mediante habilidades como la planeación, monitoreo y evaluación del aprendizaje propios de la metacognición, esto permite el aprendizaje autorregulado, por lo que es importante que los docentes implementen estrategias que orienten hacia un diseño interactivo eficaz.

En este sentido, las habilidades que se desarrollan bajo la metacognición tienen una influencia directa en la autorregulación del aprendizaje, este proceso lo adquiere el estudiante de manera proactiva, como resultado del proceso metacognitivo, el estudiante selecciona las estrategias de monitoreo y evaluación de su propio aprendizaje, por lo tanto en ambientes virtuales metacognitivos se estimula la motivación por el aprendizaje y puede proveer una guía para el docente y el estudiante para un mejor rendimiento académico (Zarouk & Khaldi, 2016).

Es fundamental distinguir modelos pedagógicos apoyados por las TIC, que reflejen claramente experiencias metacognitivas que permitan a los docentes y estudiantes identificar sus deficiencias, aprender el contenido y evaluar su propio aprendizaje, además de monitorear en cada momento que se requiera, y en este sentido las TIC podrían ser herramientas que sirvan para ello.

Las preguntas que rigen este estudio son:

1. ¿Cuáles son los elementos de un modelo tecnopedagógico basado en la metacognición?
2. ¿Cuáles son los efectos del uso de un modelo tecnopedagógico basado en la metacognición sobre el aprendizaje autorregulado?
3. ¿Cuáles son las limitaciones del modelo tecnopedagógico basado en la metacognición?
4. ¿Qué desafíos se identifican en el diseño de modelos tecnopedagógicos?

2 Marco de referencia: Modelos tecnopedagógicos

De acuerdo con el informe Horizon, en su agenda digital del 2020 marcó la posibilidad de crear nuevos escenarios y estrategias en la educación (Jiménez-Cortés et al., 2017). Adell y Castañeda (2015) aseguran que las tecnologías digitales deben enfatizar en crear escenarios en una nueva cultura de aprendizaje que sean informacionales, creativos, interactivos, colaborativos e innovadores.

Coll et al., (2007) refiere que el diseño tecnológico aplicado a una pedagogía ofrece posibilidades que brindan recursos para representar, procesar y compartir información, además define un diseño tecnopedagógico como el conjunto de contenidos, objetivos y actividades de enseñanza y aprendizaje, orientaciones y sugerencias, además del uso de herramientas tecnológicas y sugerencias de cómo usarlas en el desarrollo de actividades de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, solo se ha referido al diseño sin especificar la ejecución y evaluación de los modelos tecnopedagógicos.

Particularmente, algunos elementos que se consideran para un modelo tecnopedagógico, son la colaboración del diseño en la que los estudiantes y docentes se integran para crear un ambiente de autogestión en el que los componentes abarcan aspectos pedagógicos, didácticos, psicológicos, sociales y tecnológicos, es decir, los ambientes tendrán que ser adaptables y modificables para resolver las necesidades del estudiante, del docente, de la propia escuela y del proceso formativo, así como de las propias tecnologías (Gómez González, 2017).

Por lo tanto, como resultado de estos elementos, Agudello (2009) citado en Solano & Aarón, (2020) sostiene que es importante generar y orquestar espacios que respondan a los desafíos actuales, en los cuales se busca lograr la integración de teorías de aprendizaje y las TIC para responder a las intenciones pedagógicas a desarrollar en los espacios formativos para que sean efectivos y eficaces. Esta integración genera una mezcla que tiene como función concebir un diseño tecnopedagógico, entendido como un proceso sistemático

para planificar, aplicar y evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje. La aplicación de las TIC incluye la visión instruccional y se centran en quien aprende y el papel del docente cambia a mediador o facilitador que genera procesos autogestivos y colaborativos (Gómez González, 2017).

En este sentido, el aula invertida o "flipped classroom" es un ejemplo de modelo tecnopedagógico, que ha integrado el modelo metacognitivo, en el que los docentes asignan tiempo para el aprendizaje activo, aprovechando las tecnologías, tales como videos o lecturas en línea. Además, integran estrategias metacognitivas, que monitorean el aprendizaje en cada experiencia metacognitiva, aprovechando la tecnología para que el estudiante interactúe con el contenido y evalúe su propio aprendizaje (Shyr & Chen, 2018).

Específicamente, los ambientes de aprendizaje en modelos tecnopedagógicos, utilizan herramientas tecnológicas. Sin embargo, la herramienta sin el fundamento pedagógico podría ser insuficiente, un ejemplo en el que se integran estrategias metacognitivas y herramientas tecnológicas es el modelo del Conocimiento Tecnopedagógico del Contenido (TPACK), que promueve el aprendizaje autorregulado, utiliza técnicas pedagógicas que emplean tecnologías de manera constructiva para enseñar los contenidos (Krauskopf et al., 2018).

Sin embargo, Thakur (2015) refiere que no basta con introducir la tecnología en el proceso educativo, se requiere integrar técnicas de enseñanza acompañadas de las TIC incluso para desarrollar el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como la estimulación de la capacidad de autoaprendizaje, incluidos en el modelo tecnopedagógico.

En resumen, Vivas (2012) menciona que un modelo pedagógico en la educación a distancia se diseña a partir de 5 elementos principales: un componente tecnológico, medios didácticos, flexibilidad que se refiere a elementos de aprendizaje abierto, un entorno organizativo, el proceso de aprendizaje y la tutoría.

3 Metodología

La ecuación de búsqueda se formula con base en los conceptos clave que conducen a identificar los elementos que contiene un diseño tecnopedagógico a partir de la metacognición: "modelo pedagógico", "metacognición" y "TIC". Los términos fueron traducidos al inglés estableciendo finalmente la ecuación: "Pedagogical Model OR Didactical Model" AND "Metacognition" AND "ICT". Además, se realizó otra búsqueda posterior que incluyeron las publicaciones con la búsqueda anterior con las palabras clave: "techno-pedagogical model" OR "techno-pedagogical design".

La revisión se realizó en las bases de datos: Scopus, Web of Science y Springer. La elección de las bases de datos corresponde a índices de impacto que presentan (JCR y SJR). Se utilizó la metodología de acuerdo con la Declaración PRISMA (2020) (Fig. 1).

De acuerdo con la declaración prisma, se buscaron estudios previos que describe el número de registros identificados en la búsqueda, posteriormente se distinguen el número de registros encontrados en cada una de las bases de datos, se identificaron en las citas de las publicaciones, otras publicaciones para su revisión de otras fuentes de datos, tales como repositorios u otras bases de datos y se excluyen las publicaciones duplicadas. Se identificó el número de publicaciones totales conforme a los criterios planteados y se incluyen publicaciones encontradas en otras fuentes.

3.1 Criterios de inclusión

Se utilizaron los criterios de inclusión: a) Publicaciones académicas de revistas arbitradas de acceso abierto y no abierto (se incluyen actas de conferencia y de congresos b) Publicaciones de los últimos 5 años (2016-2021), c) Uso de un modelo pedagógico basado en la metacognición d) Uso de un modelo tecno-pedagógico o de un diseño tecno-pedagógico e) Uso de las TIC en el modelo pedagógico f) Publicaciones en la educación superior.

3.2 Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión fueron: a) Publicación sin aplicación de un modelo pedagógico basado en la metacognición, b) Aplicación de los modelos metacognitivos en educación básica y media superior c) sin uso de las TIC y d) Publicaciones duplicadas. La segunda fase consistió en la aplicación de los criterios de inclusión y de exclusión a partir del filtrado en las bases de datos correspondientes mediante la revisión detallada del resumen y contenido de la publicación. Se siguieron las directrices de la declaración PRISMA durante su elaboración para favorecer la interpretación de este.

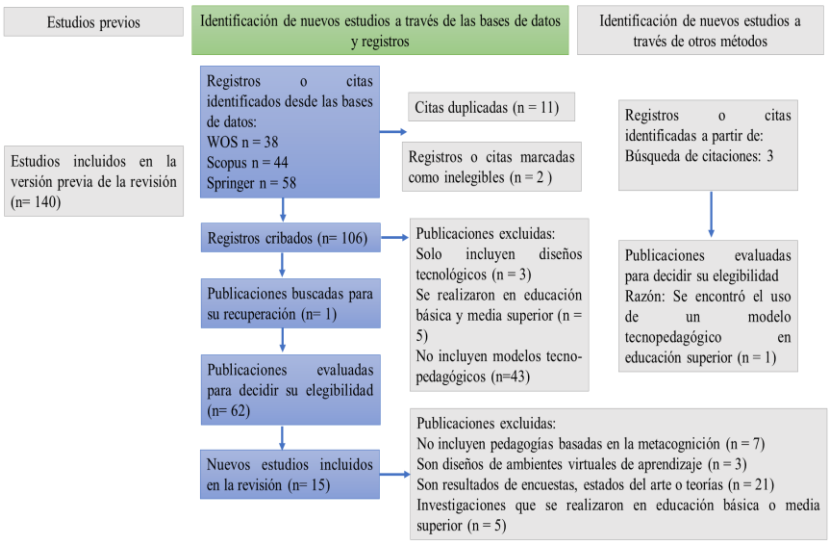


Fig. 1. Diagrama de flujo de la elaboración de la Revisión Sistemática de acuerdo con la declaración PRISMA de 2020 (Yepes-Nuñez et al., 2021).

3.3 Análisis de Resultados

El análisis de datos se realizó mediante 3 fases sistemáticas de filtrado. La fase 1 estableció una muestra inicial en la que se identificó el resultado de la fórmula de búsqueda, que incluyó modelos pedagógicos que están basados en estrategias metacognitivas, que forman parte de un modelo metacognitivo. Los filtrados de la fase 2

y 3 corresponden a los criterios de elegibilidad, en la fase 3 se hizo una lectura pormenorizada del título, palabras clave y resumen. Posteriormente se hizo un análisis del contenido de artículos, para detectar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación. También se realizó un mapa de citación y de densidad para observar los principales temas que se exploran en la actualidad y que permite detectar el impacto que se presenta en la literatura actual.

Respecto a las variables del estudio que se buscaron para responder a las preguntas planteadas son: 1. El uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, 2. Los elementos del modelo pedagógico basado en la metacognición, 3. Los efectos del modelo tecno pedagógico basado en la metacognición, y 4. Las limitaciones o desafíos de los modelos aplicados.

4 Resultados

El análisis de la muestra obtenida de los 15 artículos expone la aplicación de modelos tecnopedagógicos que utilizaron el modelo metacognitivo como el contenido pedagógico explican la finalidad del modelo como la autorregulación del aprendizaje.

Respecto a la primera pregunta: ¿Cuáles son los elementos de un modelo tecnopedagógico basado en la metacognición? se encontró lo siguiente:

En primer lugar se encontró que modelos tecnopedagógicos tienen como finalidad alcanzar la metacognición, Bandura (1986) citado en Shyr & Chen, (2018) sostiene que existen tres componentes esenciales en el proceso: la auto-observación o el monitoreo del comportamiento, la auto-evaluación del progreso y la auto-reacción. En consecuencia, estos elementos deben ser necesarios para la planeación de un modelo tecnopedagógico que tenga como finalidad la autorregulación del aprendizaje.

Por lo tanto, los modelos tecnológicos que se diseñan para ser utilizados en la educación tienen amplias oportunidades de aplicación, el docente que está preparado en la pedagogía, puede diseñarlos y aplicarlos. Se requiere conceptualizar una teoría con objetivos claros de aprendizaje e integrar aspectos metacognitivos, esto es de gran importancia, no basta con que el docente evalúe el contenido, las herramientas y el aprendizaje, sino que el estudiante en este tipo de diseños tenga participación activa que le permita identificar sus propias necesidades (Krauskopf et al., 2018).

En consecuencia, los modelos tecnopedagógicos deben diseñarse a partir de los objetivos de aprendizaje y de una pedagogía específica a seguir, de lo contrario, se corre el riesgo de que el uso de la tecnología para los estudiantes cause consecuencias en el estudiante como ansiedad, frustración y una falla en los logros del aprendizaje. Por ello la planeación del modelo es una parte crítica para desarrollar estrategias que permitan la autorregulación del aprendizaje y logren trabajar en un ambiente apoyado en las tecnologías (Shyr & Chen, 2018).

Estos mismos autores, afirman que el funcionamiento de los modelos apoyados en tecnología no debería estar planeado para que el estudiante pase muchas horas frente a una computadora. Los modelos deben ser más que lecturas o videos, de lo contrario podrían causar serios problemas en el aprendizaje. Sin embargo, con la pandemia de Covid-19, la falta de modelos tecnopedagógicos con diseños instruccionales y objetivos de aprendizaje claros, podría causar deserción y frustración en los estudiantes que aún no están preparados para el aprendizaje autorregulado, en consecuencia, que no se logre el objetivo de aprendizaje deseado por los estudiantes y que el docente no cumpla con lo que se propone.

Se revisaron los elementos de un modelo tecnopedagógico en los que han aplicado la metacognición, se encontró que han utilizado 2 diseños pedagógicos; el aula invertida o "flipped classroom" y el modelo TPACK (Karaoğlan Yılmaz et al., 2018a; Krauskopf et al., 2018b; Niess & Gillow-Wiles, 2017; Shyr & Chen, 2018). En un

estudio realizado por Çam & Erdamar Koç, (2021) refieren que a los docentes les falta capacitación en este modelo, además mencionan que les faltan elementos tecnológicos para poder utilizarlos, la mayoría toma un papel pasivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

También, en estos modelos se han aplicado herramientas tecnológicas como el portafolio electrónico, wikis, toma de notas electrónico. Además, explican la importancia de usar estas herramientas, acompañadas de un modelo pedagógico, en el que el docente diseñe ambientes de aprendizaje con contenidos que permitan al estudiante crear experiencias de aprendizaje metacognitivas, en las que se incluye el monitoreo del aprendizaje y la evaluación. Los factores clave para identificar los elementos específicos que están en un modelo metacognitivo que son las experiencias que permitan la reflexión del aprendizaje. El modelo TPACK, ayuda al estudiante a crear andamios a lo largo del aprendizaje, en los que el docente y el estudiante valoran y construyen el conocimiento de manera compartida e individual mediante consultas continuas (Krauskopf et al., 2018a; Niess & Gillow-Wiles, 2017) lo que permite la autorreflexión del aprendizaje y el monitoreo constante.

El modelo de aula invertida sugiere herramientas en las que el estudiante puede decidir cual ocupar para aprender lo que necesita. Este es un factor clave para lograr la metacognición, pues requiere de un proceso mental que involucre saber sus necesidades de aprendizaje, fomenta la auto-eficacia y decide sus preferencias cognitivas (Karaoğlan Yılmaz et al., 2018b; Shyr & Chen, 2018). Aunque los elementos tecnológicos necesitan estar diseñados para proporcionar interacción entre los estudiantes, algunos elementos como la creación de foros o de blogs colaborativos podría incentivar la participación activa de los estudiantes. Aunque algunas herramientas de realidad virtual podrían cambiar el rumbo de los modelos tecnopedagógicos.

Contestando a la segunda pregunta: ¿Cuáles son los efectos del uso de un modelo tecnopedagógico basado en la metacognición sobre el aprendizaje autorregulado?

Respecto a los efectos que resultan de la aplicación del diseño de un modelo tecnopedagógico, son principalmente la autorregulación del aprendizaje, que supone una participación proactiva del estudiante en la que el mismo dirige los objetivos de aprendizaje, así como la intervención del propio ambiente de aprendizaje en la que se desarrollan (Rosário et al., 2014). Además, no solamente tienen efectos en los estudiantes sino en los docentes pues favorece la autoformación de los docentes al diseñar, aplicar y evaluar el aprendizaje mediante el uso de los modelos tecnopedagógicos (Martín-Cuadrado et al., 2021).

O'Brien et al., (2017) ha evaluado el aprendizaje mediante MOOC, es una estrategia que actualmente es significativa para la situación actual de pandemia, en las plataformas como coursera o Canvas, el estudiante demuestra habilidades metacognitivas para realizar los cursos. Es importante que los docentes diseñen contenidos que permitan la interacción entre estudiantes y con docentes de manera permanente, esto permitirá la retroalimentación y la reflexión del aprendizaje.

Respecto a la tercer y cuarta pregunta: ¿Cuáles son las limitaciones del modelo tecnopedagógico basado en la metacognición? y ¿Qué desafíos se identifican en el diseño de modelos tecnopedagógicos?

En los estudios observados, no se encuentra diversidad de las herramientas tecnológicas y estrategias pedagógicas, sin embargo, existen herramientas nuevas que aún no se han evaluado e integrado para proporcionar la autorregulación del aprendizaje como los foros, videoconferencias, el aprendizaje basado en proyectos (Zarouk & Khaldi, 2016), sin duda es un gran desafío para integrarlos a un modelo tecnopedagógico que beneficie a los docentes y estudiantes.

Otro de los desafíos de estos modelos son la capacitación en los elementos tecnológicos de los docentes, como en el uso y en el diseño ya que la mayoría de los docentes toman un papel pasivo frente a las tecnologías que se usan en la práctica educativa, además el número de docentes que participa en los diseños es mínimo (Çam & Erdamar Koç, 2021).

La siguiente tabla, muestra algunos elementos que nos dirigen a repensar la situación actual y postpandemia, por ejemplo el aumento de los cursos MOOC y las plataformas han cambiado el número de personas inscritos en ellos, esto marca una pauta importante para el estudio de estos modelos pues ha generado que los estudiantes generen experiencias con otros tipos de aprendizaje en las que ellos mismos autogestionan su aprendizaje, el desafío es mantener o crear diseños nuevos que den soluciones prácticas a los estudiantes.

Publicaciones	Elementos utilizados en un modelo tecno-pedagógico	Efectos del modelo tecno-pedagógico	Limitaciones y desafíos
(Niess & Gillow-Wiles, 2017)	Basado en TPACK y Starkey (2010) utiliza un modelo pedagógico metacognitivo y constructivista se identifican los siguientes elementos: a) Una comunidad de estudiantes b) Incorporación de la reflexión en los procesos. Se potenciaron 2 procesos: 1) Valorar y construir sobre el conocimiento compartido e individual y 2) consultas activas a lo largo del andamiaje del contenido en los cursos. 3) Integra las tecnologías con estrategias instruccionales TIC: Portafolio electrónico	Transformación del proceso docente utilizando tecnologías de TPACK.	El número de participantes fue limitado. Los desafíos refieren que los sistemas tecnológicos como herramientas pedagógicas deben de formar parte de su experiencia educativa.
(Karaoğlan Yılmaz et al., 2018)	Se utilizó el aula invertida, en este modelo se diseñaron videos y notas de conferencias que fueron diseñados por investigadores, además incluían herramientas como wikis, note-taking, calendario y el apoyo pedagógico metacognitivo que incluye el auto-	La estrategia de aula invertida mejoró la autorregulación de los estudiantes en lecciones en línea. El monitoreo de los videos y la enseñanza personalizada	El número de participantes son limitados. Los desafíos están enfocados en el análisis de las interacciones de los estudiantes.

	monitoreo del aprendizaje.	proporcionados facilita un aprendizaje significativo.	
(O'Brien et al., 2017)	Se incluyeron tres plataformas MOOC: Conectivista, Canvas y Cousera. Destacan el aprendizaje centrado en el estudiante y la participación crítica. Se asumen roles activos y colaborativos, además se centra en las conexiones que realizan los estudiantes con el contenido.	Los efectos que se destacan es la autorregulación del aprendizaje.	La experiencia metacognitiva podría proporcionar información valiosa sobre los desafíos y las oportunidades para el aprendizaje autorregulado y autodirigido en los MOOC.
(Shyr & Chen, 2018)	Se utilizó el modelo de aula invertida, se diseñó un modelo Flip2Learn que consiste en una base de datos que contiene información para el estudiante como prioridades de aprendizaje, auto-eficacia y preferencias cognitivas. La estrategia que contiene es el portafolio electrónico, además de audios y videos que se proponen observar antes de una clase.	Este modelo se utilizó para aprender un segundo idioma, tuvo efectos benéficos, principalmente en la adquisición de nuevo vocabulario, además el diseño facilita la autorregulación del aprendizaje y demuestra que los elementos hipermedia potencian la autorregulació	No se encuentran limitaciones. Sin embargo, se sugiere estudiar el modelo con una perspectiva mixta para monitorear el comportamiento de aprendizaje.

		n del aprendizaje.	
(Çam & Erdamar Koç, 2021; Krauskopf et al., 2018)	TPACK: Los elementos del modelo son el conocimiento tecnológico, el conocimiento pedagógico y el conocimiento del contenido en contextos diferentes. Utilizaron el diagrama de Venn para su desarrollo en el que los docentes demostraron sus capacidades metacognitivas para la toma de decisiones respecto a la integración de la tecnología en la enseñanza-aprendizaje.	Respecto a la metacognición, el modelo favoreció a los docentes para el cumplimiento de los objetivos del aprendizaje.	Los desafíos que se destacan son la exploración visual y la medición del modelo TPACK mediante otro enfoque. Otro desafío es la capacitación respecto al modelo en el área tecnológica.
(Sari & Wu, 2020)	Utiliza el aula invertida, en el que se apoya el modelo para analizar, aplicar y evaluar el aprendizaje. En este artículo se utiliza a la técnica Jigsaw II mediante 6 etapas instruccionales que incluían videos en línea.	Facilita el aprendizaje de acuerdo con los objetivos planteados. Contribuye al desarrollo de habilidades específicas como la comunicación, el pensamiento crítico, la resolución analítica de problemas y el trabajo colaborativo. Promueve el	La capacitación de la estrategia y la capacitación de los componentes tecnológicos.

		aprendizaje autónomo y la autoeficacia.	
(Stephan et al., 2020)	Modelo pedagógico que contiene procesos metacognitivos: planeación, monitoreo y evaluación. Se ocupan e-portafolios en el componente tecnológico Práctica en la comunidad	Favorece el aprendizaje autodirigido en entornos individuales y colaborativos e impacta en la autoeficacia	La evaluación fue insuficiente.
(Martín-Cuadrado et al., 2021)	Componente pedagógico: Diseño de los programas y los cursos, elaboración e implementación de los programas, tutoría, monitoreo y evaluación de los participantes. Componente tecnológico: Planeación y ejecución de la propuesta técnica. Soporte tecnológico por tecnólogos. Contenido multimedia. Soporte virtual: Facilitación, información y monitoreo de espacios virtuales. Plataforma: Moodle	El principal efecto es la autoformación de los docentes.	La falta de conectividad y equipos.

Tabla 1. Publicaciones que presentan los elementos de modelos tecnopedagógicos basados en la metacognición.

5 Conclusiones y trabajos futuros

Los modelos tecnopedagógicos no son recientes, sin embargo, la situación actual de la pandemia de Covid-19 ha acelerado y aumentado su uso en todo el mundo. En esta revisión se demuestra que en la literatura no hay suficientes evidencias del uso de un modelo tecnopedagógico que muestre una base pedagógica como el modelo metacognitivo, en el que la finalidad es el aprendizaje autorregulado.

Se concluye que los efectos que se han estudiado son insuficientes. Se requieren diversas metodologías de estudio que reflejen el cumplimiento del modelo tecnopedagógico. Es importante la diversificación del modelo tecnológico, esto requiere que el docente se encuentre en constante preparación de herramientas tecnológicas, su uso y su aplicación. Además de utilizar un modelo pedagógico que se ajuste a la tecnología y a los objetivos de aprendizaje, se necesita asegurar la interacción con el estudiante para que él mismo o en conjunto puedan fijar los contenidos que requieren. Aunque se puede observar de manera clara que estos modelos tecnopedagógicos mejoran significativamente el aprendizaje de los estudiantes y que logran un aprendizaje autorregulado.

Es importante que los estudiantes en los modelos tecnopedagógicos participen de manera activa y crítica, este es un desafío que se logra identificar. Las herramientas tecnológicas con el modelo pedagógico son factores clave para crear experiencias de aprendizaje que proporcionen a los estudiantes una nueva forma de aprender y lograr un aprendizaje significativo y autorregulado.

Los desafíos actuales consisten en el diseño de nuevos modelos tecnopedagógicos, que proporcionen una gran variedad de herramientas tecnológicas, que estén al alcance de los estudiantes y de los docentes, que a su vez proporcionen elementos que se adapten a modelos pedagógicos y que el docente integre los contenidos y objetivos de aprendizaje para que el estudiante logre planear, monitorear y evaluar su propio aprendizaje.

Los trabajos futuros están encaminados al diseño de un modelo tecnopedagógico, que incluya herramientas tecnológicas, el uso de estrategias metacognitivas, en el que se alcance un aprendizaje autorregulado.

Agradecimientos. Este trabajo tuvo el apoyo de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología como parte de la beca otorgada con el número 777023.

6 Referencias

Çam, Ş. S., & Erdamar Koç, G. (2021). A needs analysis study on technological pedagogical content knowledge of faculty members. *Education and Information Technologies*, *26*(5), 5337-5363. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10540-0

Castellanos Sánchez, A., Sánchez Romero, C., & Calderero Hernández, J. F. (2017). Nuevos modelos tecnopedagógicos. Competencia digital de los alumnos universitarios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, *19*(1), 1-9.

Claro, M., Espejo, A., Jara, I., & Trucco, D. (2017). Aporte del sistema educativo a la reducción de las brechas digitales. Una mirada desde las mediciones PISA. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, *25*, 39. https://doi.org/10.5753/RBIE.2017.25.3.80

Gómez González, J. D. (2017). A Model for the Strategic Use of Metacognitive Reading Comprehension Strategies. *PROFILE Issues in Teachers' Professional Development*, *19*(2), 187-201. https://doi.org/10.15446/profile.v19n2.58826

Jaramillo Naranjo, L. M., & Simbaña Gallardo, V. P. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophía*, *16*, 300-313. https://doi.org/10.17163/soph.n16.2014.13

Karaoğlan Yılmaz, F. G., Olpak, Y. Z., & Yılmaz, R. (2018a). The Effect of the Metacognitive Support via Pedagogical Agent on Self-Regulation

Skills. *Journal of Educational Computing Research*, *56*(2), 159-180. https://doi.org/10.1177/0735633117707696

Karaoğlan Yılmaz, F. G., Olpak, Y. Z., & Yılmaz, R. (2018b). The Effect of the Metacognitive Support via Pedagogical Agent on Self-Regulation Skills. *Journal of Educational Computing Research*, *56*(2), 159-180. https://doi.org/10.1177/0735633117707696

Krauskopf, K., Foulger, T. S., & Williams, M. K. (2018a). Prompting Teachers' Reflection of Their Professional Knowledge. A Proof-of-Concept Study of the Graphic Assessment of TPACK Instrument. *Teacher Development*, *22*(2), 153-174. ERIC.

Krauskopf, K., Foulger, T. S., & Williams, M. K. (2018b). Prompting teachers' reflection of their professional knowledge. A proof-of-concept study of the Graphic Assessment of TPACK Instrument. *Teacher Development*, *22*(2), 153-174. https://doi.org/10.1080/13664530.2017.1367717

Martín-Cuadrado, A. M., Lavandera-Ponce, S., Mora-Jaureguialde, B., Sánchez-Romero, C., & Pérez-Sánchez, L. (2021). Working Methodology with Public Universities in Peru during the Pandemic—Continuity of Virtual/Online Teaching and Learning. *Education Sciences*, *11*(7), 351. https://doi.org/10.3390/educsci11070351

Niess, M. L., & Gillow-Wiles, H. (2017). Expanding teachers' technological pedagogical reasoning with a systems pedagogical approach. *Australasian Journal of Educational Technology*, *33*(3). https://doi.org/10.14742/ajet.3473

O'Brien, K. L., Forte, M., Mackey, T. P., & Jacobson, T. E. (2017). Metaliteracy as Pedagogical Framework for Learner-Centered Design in Three MOOC Platforms: Connectivist, Coursera and Canvas. *Open Praxis*, *9*(3), 267. https://doi.org/10.5944/openpraxis.9.3.553

Rosário, P., Pereira, A. S., Högemann, J., Nunez, A. R., Figueiredo, M., Núñez, J. C., Fuentes, S., & Gaeta, M. L. (2014). Autorregulación del aprendizaje: Una revisión sistemática en revistas de la base Scielo. *Universitas Psychologica*, *13*(2), 781-798. https://doi.org/10.11144/Javeriana.UPSY13-2.aars

Sari, N., & Wu, T.-T. (2020). *A Model of a Cooperative Learning Technique in a Flipped International Marketing Management Classroom* (pp. 3-12). https://doi.org/10.1007/978-3-030-63885-6_1

Shyr, W.-J., & Chen, C.-H. (2018). Designing a technology-enhanced flipped learning system to facilitate students' self-regulation and

performance. *Journal of Computer Assisted Learning*, *34*(1), 53-62. https://doi.org/10.1111/jcal.12213

Stephan, E. A., Stephan, A. T., & Whisler, L. (2020, junio 22). *Continuing to Promote Metacognitive Awareness in a First-year Learning Strategies Course*. 2020 ASEE Virtual Annual Conference Content Access. https://peer.asee.org/continuing-to-promote-metacognitive-awareness-in-a-first-year-learning-strategies-course

Thakur, N. (2015). A study on implementation of techno-pedagogical skills, its challenges and role to release at higher level of education. *American International Journal of Research in Humanities, arts and Social Sciences*, 182-186.

Vivas, J. D. (2012). Modelos pedagógicos en educación a distancia. *REDHECS: Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, *7*(12), 86-113.

Zarouk, M. Y., & Khaldi, M. (2016). Metacognitive learning management system supporting self-regulated learning. *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)*, 929-934. https://doi.org/10.1109/CIST.2016.7805021

Entorno Virtual de Aprendizaje y Competencias Matemáticas: Una revisión sistemática

Francisco Javier López-Hernández,
Yadira Navarro-Rangel,
Daniel Mocencahua-Mora
Facultad de Ciencias de la Electrónica,
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
Av. San Claudio y 18 sur, Edif. FCE1, 72592 Puebla, México
{franciscojavier.lopez,yadira.navarro,daniel.mocencahuamora}@viep.com.mx

Resumen. La tecnología y la educación matemática han evolucionado juntos a través del tiempo, desde las cuentas, ábaco, trasportador, regla, calculadora, geoplano, software graficador, realidad aumentada, entornos virtuales, por mencionar algunos, sin embargo, cada recurso requiere de estrategias, contextos y andamiajes propios para el logro de aprendizajes o desarrollo de competencias matemáticas. El objetivo del presente trabajo es conocer el bagaje de publicaciones alrededor del tema entornos virtuales de aprendizaje y competencias matemáticas, para lo cual, se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre estos tópicos, siguiendo la metodología de cribado de RSL. Se analizan las bases de datos de WoS y Scopus mediante el software libre Bibliometrix de lenguaje R, obteniendo un análisis descriptivo y factorial. Concluyendo que, de los 57 documentos analizados, sólo dos se enfocan en entornos y competencias, siendo un área de oportunidad para propuestas de investigación futuras con docentes de matemáticas.

Palabras Clave: Entorno virtual de aprendizaje, Educación matemática, Competencias.

1 Introducción

La educación, independientemente del sistema educativo al que pertenezca, tiene como objetivo, según Lourenco (2015), formar individuos que respondan de manera eficaz a las exigencias del contexto y para ello han de desarrollar habilidades y competencias en los estudiantes.

Entre las competencias básicas de la educación están las competencias matemáticas y de acuerdo con Rico (2007), "las competencias matemáticas seleccionadas por la OCDE para los informes de PISA son: plantear y resolver problemas, usar herramientas y recursos, comunicar, modelar, representar, pensar y

razonar, argumentar y uso del lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones" (p.58).

La tecnología y en particular las TIC se han incorporado a gran parte de nuestras actividades cotidianas, y en el ámbito educativo están ganando importancia. En cuanto a la educación matemática la tecnología aporta "formando estudiantes con excelentes conocimientos, críticos, creativos, capaces de razonar, verificar y resolver problemas que se presentan en su vida cotidiana" (Guaypatín et al., 2017, p.96).

La tecnología ha llegado a cambiar varios aspectos de la vida, como Olivier-Rodríguez y Díaz-López (2016) comentan, los avances tecnológicos han llegado para modificar la vida cotidiana, introduciéndose en las instituciones educativas, exigiendo un cambio en la enseñanza, aprendizaje, el currículo, las planeaciones y por ende los perfiles de egreso.

Por lo anterior nos interesa identificar investigaciones que muestran cómo la tecnología se relaciona con la educación matemática, y compartimos la idea de Guaypatin et al. (2017) respecto a que la tecnología debe ser vista "como factor transversal en la Educación Matemática en todos sus componentes" (p.90) y no solo como una herramienta más del docente.

Para el proceso de enseñanza aprendizaje la tecnología pone a disposición de la educación matemática un sin fin de recursos tales como las calculadoras gráficas, los softwares de cálculo simbólico, los programas de geometría dinámica, simulaciones, tutoriales, programas de representación, pizarra digital, entornos virtuales de aprendizaje, por señalar algunos. Cada recurso o herramienta tecnológica requiere de estrategias, contextos y andamiajes propios para el proceso educativo.

Dentro de las tecnologías antes mencionadas se encuentran los Entornos Virtuales de Aprendizaje que son "programas de software o sistemas diseñados para la enseñanza y aprendizaje en un escenario educativo" (Anneta et al. 2010, p.36), que proveen de "herramientas digitales, servicios y recursos tanto para brindar, registrar y administrar los procesos de enseñanza y aprendizaje tanto en línea como combinado"(citado en García, 2018, p.42)

Con estos antecedentes se hace esta revisión de literatura científica publicada, para identificar la influencia de los entornos virtuales de aprendizaje en el desarrollo de las competencias matemáticas, además del rendimiento académico.

Desde nuestra perspectiva de análisis, la mediación tecnológica en la educación matemática propicia efectos positivos tanto entre los docentes como con los estudiantes, por ejemplo, el estudio realizado por López-Hernández (2020), donde se obtuvieron resultados favorables al implementar una secuencia didáctica apoyada con realidad aumentada para mejorar la comprensión del concepto de función cuadrática. Gutiérrez-Rodríguez (2018) demuestra que los estudiantes mejoran las competencias de interpretación y solución de problemas, de igual manera mejoran en su comportamiento social, lo que indica que la mediación tecnológica produjo un mayor compromiso de los estudiantes en su proceso formativo.

2 Antecedentes

Algunos investigadores como Verschafeel, et al (2019) han realizado revisiones sistemáticas de la literatura enfocadas en el andamiaje de ambientes de aprendizaje en matemáticas basados en TIC y orientados meta cognitivamente, utilizando las directrices PRISMA (Elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis propuestas por Moher et al, 2009), encontrando 22 artículos desde jardín de niños hasta media superior, de los cuales concluyeron que el uso de las TIC ha ayudado a los estudiantes a ser autónomas y gestionar su propio aprendizaje, igualmente encuentran vacíos como: falta de estudios de uso de ambientes en alumnos con necesidades especiales de aprendizaje, efectos de nuevas tecnologías y redes sociales en el aprendizaje de las matemáticas, limitado a pocos subdominios de las matemáticas, definir la mejor forma de implementación de la pedagogía metacognitiva, faltan estudios sobre la mejora de la competencia matemática en estudiantes expuestos a los entornos comparando con estudiantes de aula.

Es por lo anterior que los investigadores, deciden comenzar la revisión sistemática de la literatura, realizando un primer estudio López-Hernández et al (en prensa) donde se realiza una búsqueda

general de entornos virtuales de aprendizaje y enseñanza en línea en SCOPUS y WoS, obteniendo 30 artículos los cuales se codificaron de acuerdo con el tipo de trabajo (docentes o estudiantes y en el área de matemáticas). Concluyendo que existe una ausencia de trabajos con docentes y entornos virtuales enfocados en el desarrollo de competencias, lo cual da pie a la continuación con este estudio.

3 Metodología

3.1 Objetivo y preguntas de investigación

Analizar la relación existente entre entornos virtuales de aprendizaje y el desarrollo de competencias en matemáticas, mediante una revisión sistemática de la literatura para poder proponer nuevas líneas de investigación.

Las preguntas de investigación son:

¿Cuáles son los países con mayor producción científica con el tema de EVA y Matemáticas?

¿Qué temas se relacionan con los EVA?

¿Mejora el desarrollo de competencias de los estudiantes después de su exposición al EVA?

El punto de partida de este análisis es el trabajo de Hinojo et al (2019), que se describe a continuación:

"...se ha seguido una metodología de revisión sistemática de la literatura (González, Hernández & Balaguer, 2007; Sánchez-Meca, 2010). Para asegurar rigurosidad y cumplir ciertos criterios de calidad, se han desarrollado una serie de fases estandarizadas en la confección de la revisión sistemática (Kitchenham & Charters, 2007; Ramírez, Collazos, Moreira y Fardoun, 2018; de la Serna-Tuya, González-Calleros y Navarro, 2018): definición de los conceptos; establecimiento de la necesidad de la revisión; planteamiento de las preguntas de investigación; determinación de la ecuación de búsqueda y bases de datos; definición del proceso; fijación de los criterios de inclusión y exclusión; diseño del diagrama de flujo y; organización de los resultados…"(p. 11)

La búsqueda se realizó en SCOPUS y Web Of Science (WOS), con las palabras clave "Virtual Learning Environment and Mathematics", se eligieron estas bases de datos porque aparte de ser las aceptadas por el software de Bibliometrix, son bases de datos multidisciplinar, que recogen información bibliográfica y citas de más de 16 000 revistas a nivel internacional, siendo evaluadas por Scimago Journal Rank (SJR) en el caso de Scopus y por el Jorunal Citation Report (JCR), lo que hace estas bases de datos complementarias (Chaparro-Martínez, et al., 2016).

3.2 Proceso de revisión y establecimiento de la muestra

Para el procedimiento se siguió la metodología propuesta por Hinojo et al (2019), planteando criterios de inclusión: (a) publicaciones de los últimos 6 años (2015-2021), (b) aplicados en el campo de las matemáticas, (c) article, article in press, early access, review, capítulo de libro y (d) desarrollo de competencias. Mientras que los de exclusión fueron, (a) publicaciones del 2014 y anteriores, (b) aplicado en otros campos de la ciencia distinta a matemáticas, (c) actas de congreso, capítulos de libro y otro tipo de publicaciones, así como (d) otros fines de la investigación. En la Figura 1 se muestra un diagrama del proceso de cribado realizado.

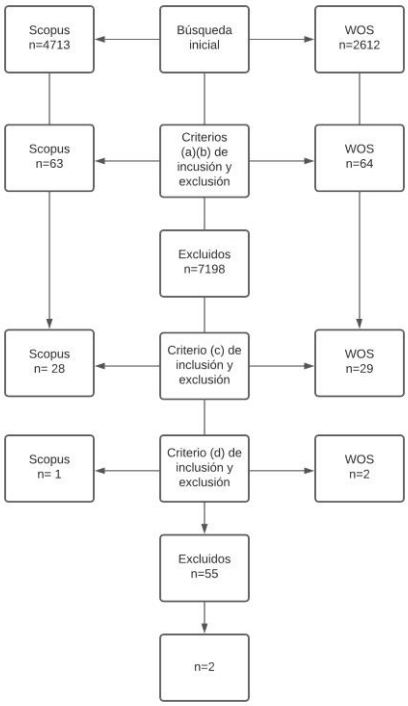


Fig. 1. **Diagrama del proceso de inclusión y exclusión de la revisión sistemática.**

Se utilizan los 28 artículos encontrados al aplicar el criterios (c) de exclusión e inclusión de Scopus y los 29 de WoS. A continuación, se presenta el análisis en Bibliometrix que pertenece a Rkward de la base de datos de Scopus y WOS.

4 Resultados del análisis con Bibliometrix

Al utilizar la interfaz Bibliometrix, en ambiente Web con base en R pudimos hacer análisis descriptivos (número de publicaciones, revistas, países) y análisis factorial (dendrogramas de temáticas).

4.1 Análisis descriptivo

En la tabla 1. Se muestran los elementos obtenidos de las bases de datos para el periodo 2015 a 2022. Se obtuvieron 28 documentos en Scopus y 29 en WoS.

De las tablas se puede observar que de Scopus, 88 autores se han interesado por la temática de los cuales 84 son parte de producciones científicas de coautoría y 4 son de un solo autor, quienes pertenecen a 28 documentos de 27 fuentes de información. Por su parte en WoS, se tienen 99 autores en total, 98 colaborando como coautores y uno como único autor, perteneciendo a 29 documentos de 24 fuentes distintas.

Tabla 1. **Información principal de las bases de datos**

Información principal		
Base de datos	**Scopus**	**WoS**
Periodo	2015:2022	
Fuentes	27	24
Documentos	28	29
Promedio de publicaciones por año	3	2.61
Promedio de citas por documento	4.286	8.103
Promedio de citas por año por documento	1.101	1.985
Referencias	1	1062
Tipos de documentos		
Artículo	22	27
Capítulo de libro	4	1
Revisión de la literatura/ Acceso previo	2	1

Contenidos de los Documentos		
Palabras Clave (ID)	90	61
Palabras clave de los autores (DE)	126	121
Autores		
Autores	88	99
Apariciones de los autores	92	104
Autores de documentos de un solo autor	4	1
Autores de Documentos de multi autoría	84	98
Colaboración de autores		
Documentos de un solo autor	4	1
Documentos por autor	0.318	0.293
Autores por documento	3.14	3.41
Coautores por documento	3.29	3.59
Índice de colaboración	3.5	3.5

4.2 Producción científica

La producción de publicaciones alrededor del tema tiene tendencia a la alza, como se puede observar en la figura 2, donde existe un incremento en ambas bases de datos, sugiriendo un interés por parte de la comunidad científica en el tema de entornos virtuales y matemáticas. En la figura 3, se puede observar la producción por países, en primer lugar, Brasil con 11 producciones (5 de WoS y 6 de Scopus), segundo lugar Reino Unido, España y Estados Unidos con 5 (4 WoS y 1 Scopus, 2 WoS y 3 Scopus, 1 WoS y 4 Scopus), en tercer lugar, Rusia con 4 (2 WoS y 2 Scopus).

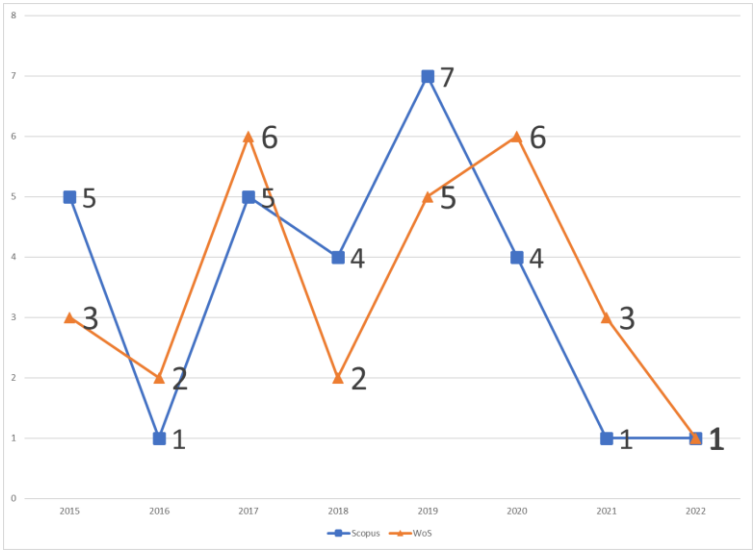


Fig. 2 **Gráfico de producciones por año**

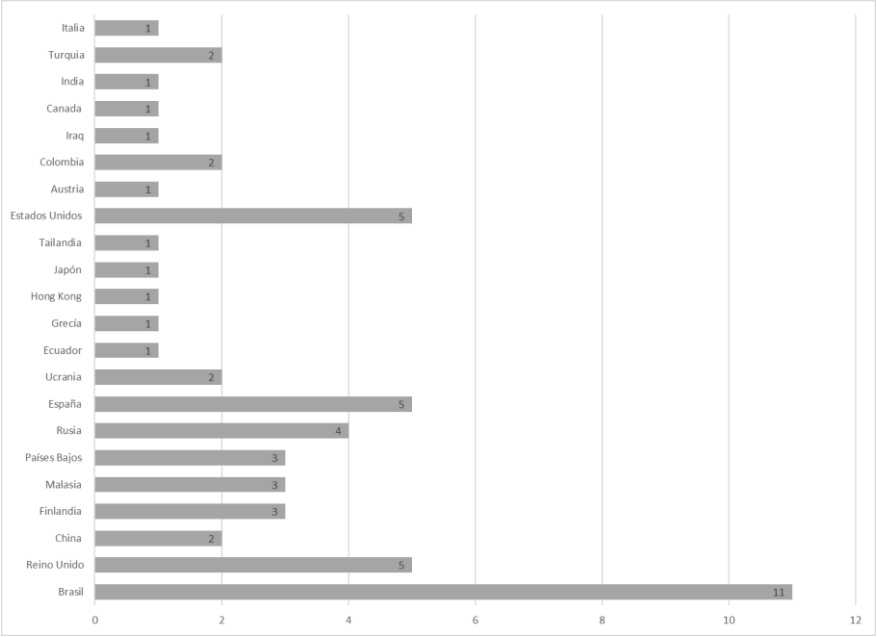


Fig. 3 **Gráfico de barras de producciones por país**

4.3 Relevancia de las fuentes

Para la base de datos de Scopus se pueden observar dentro de las fuentes de información más relevantes (fig. 4) revistas del campo de la matemática educativa como lo son, Boletín de Educación Matemática (BOLEMA), Educational Studies in Mathematics, ZDM-Mathematics Education. Por su parte en la figura 5 se encuentran las revistas de la base de datos WoS más enfocadas en tecnologías.

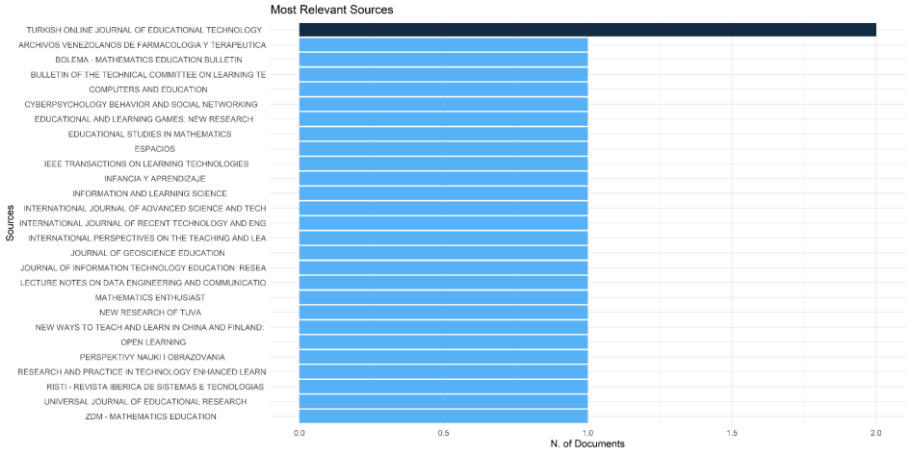


Fig. 4 **Revistas de los artículos de la base de datos de Scopus**

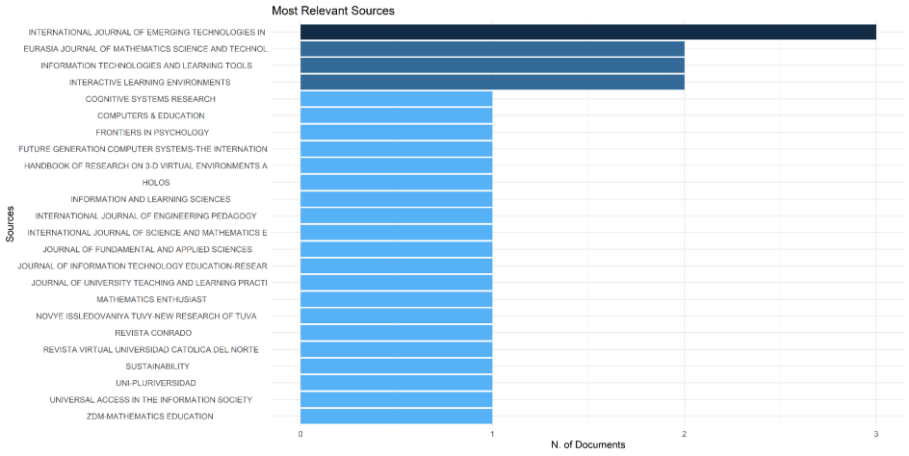


Fig. 5 **Revistas de los artículos de la base de datos de WoS.**

4.4 Análisis factorial

Un dendrograma es un diagrama que permite el análisis factorial de la información, ya que lo divide en clústeres, bajo criterios de similitud o distancia, lo que permite visualizar las relaciones entre términos del propio conglomerado y con otros.

Analizando el dendrograma de WoS (fig. 6), se pueden localizar 2 conglomerados centrales (p) y (q), el (p) que refleja las publicaciones en el área educativa de nivel básico y medio superior donde se destacan temáticas como, marcos teóricos, comunidades, capacidades, niños y K-12: el conglomerado (q) trata sobre la dimensión de tecnologías, docentes y educación subdivido en los conglomerados (r) y (w). Donde (w) se subdivide en el conglomerado (y) sobre el uso y rendimiento de la tecnología conectado con el sub conglomerado (x) las matemáticas, motivación, experiencias, compromiso y logros, que se relacionan con las actitudes y factores emocionales de los estudiantes. (w) se conecta (r), que se divide en (s) y (t), (s) relacionado con el éxito, compromiso de los estudiantes, satisfacción, impacto, sistemas multimedia de aprendizaje, discusión y análisis, conectados con (t) que se subdivide en (u) educación y (v) tecnologías, uso de internet, diseño emocional, MOOC, realidad aumentada, conocimiento del contenido, docentes, ambientes, diseño en línea, autoeficacia, literacidad, entre otros. Concluyendo en general los beneficios que conlleva el uso de la tecnología en la educación y educación matemática.

El Dendrograma de Scopus (fig. 7), tiene dos grandes conglomerados el (a) y (f), donde (a) se divide en (b) y (c), tratando (b) la dimensión de equidad de género y el uso de tecnologías, (c) toca los temas de matemáticas (d) y realidad virtual-estudiantes (e). El conglomerado (a) se relaciona con el conglomerado (f), que se divide en dos (g) y (h), siendo (g) el encargado de reunir temas de ambientes de aprendizaje, análisis cuantitativos, razonamiento lógico y aspectos de motivación; por su parte (h) reúne los conglomerados de educación y tecnologías, dividiéndose en (j) ingeniería de la educación y (k)

aspectos pedagógicos con tecnología; el conglomerado (l) abarca temas de aprendizaje (m) y educación, didáctica y enseñanza.

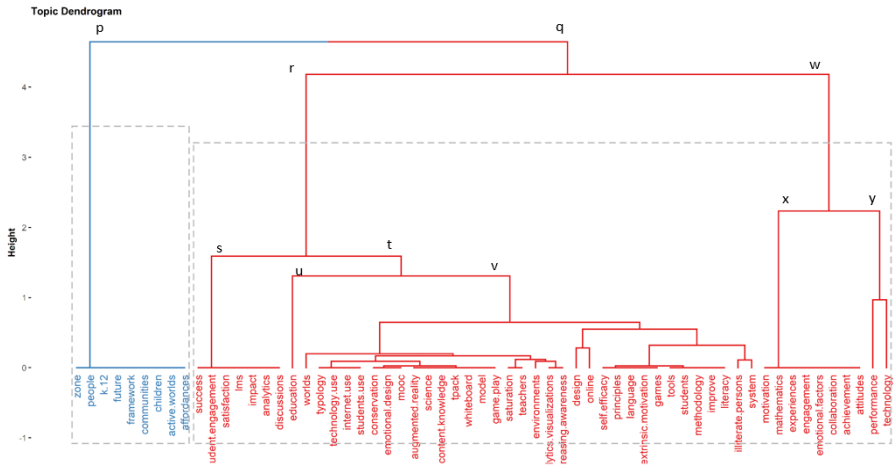


Fig. 6 **Dendrograma de las temáticas de los artículos de la base de datos de WoS**

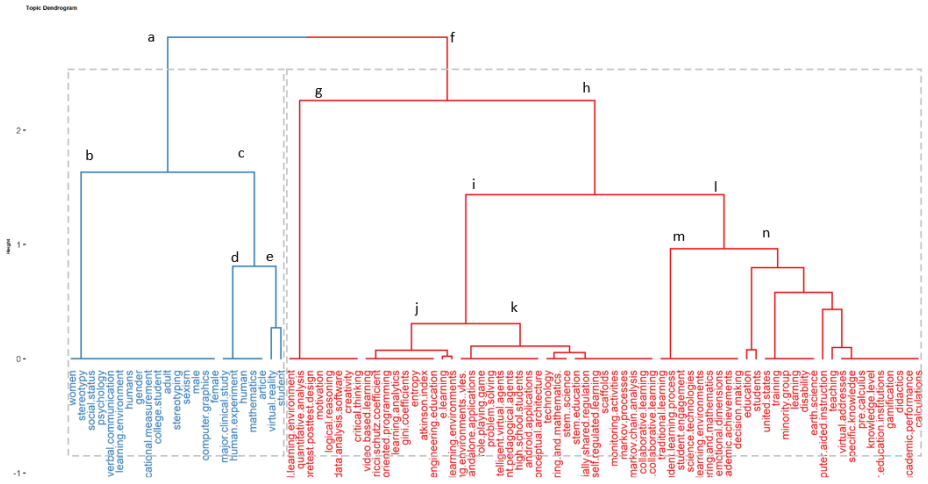


Fig. 7 **Dendrograma de las temáticas de los artículos de la base de datos de Scopus**

5 Análisis, síntesis y discusión.

Como se puede observar, la primera idea de análisis de la revisión sistemática de la literatura era con la palabra competencia, sin embargo, dentro de la base de datos de Scopus se encontraron un artículo y un capítulo de libro los cuales no son de acceso libre, es por ello por lo que se decide realizar la RSL con el cribado hasta Matemáticas, con los cuales podemos contestar las preguntas planteadas al principio de esta investigación.

¿Cuáles son los países con mayor producción científica con el tema de EVA y Matemáticas?

Para responder esta pregunta nos remitimos a la figura 3, donde se observa que los países con mayor producción son: Brasil, Reino Unido, España, Estados Unidos y Rusia. Es importante conocer los países interesados en esta temática porque apoyará a crear alianzas

e identificar áreas de oportunidad.

- ¿Qué temas se relacionan con los EVA?

  Para responder esta pregunta, utilizamos los dendrogramas, donde se pueden observar conexiones con los temas: enseñanza, exploración, trabajo colaborativo, experiencia, literacidad, matemáticas, accesibilidad, efectos, teoría fundamentada, entre otros, lo que demuestra que es un tema integral y multidisciplinario, que debe de ser analizado de manera multifactorial.

- ¿Mejora el desarrollo de competencias de los estudiantes después de su exposición al EVA?

  Con la base de datos analizada, no podemos responder esta pregunta, sin embargo, con las dos publicaciones encontradas, un artículo y un capítulo de libro, el artículo con título E-learning courses in mathematics in higher education de los autores Zykova et al (2018) donde se analiza el uso de los EVA en matemáticas con

el propósito de medir el desarrollo de las competencias, enfocado a e-learning y no es de acceso abierto. El capítulo de libro, titulado Promoting meaningful sciencie teaching and learning through ICT in the Finnish Luma Ecosystem de los autores Aksela et al (2017) busca describir el éxito del ecosistema LUMA en la mejora de las competencias matemáticas de docentes y estudiantes, alineado al modelo TPACK.

Conclusiones

Con base en la presente investigación, podemos concluir que la investigación de Entornos Virtuales de Aprendizaje y Matemáticas es un terreno explorado en un 1.73% de las 7325 investigaciones realizadas en el periodo de 2015-2022 sobre EVA.

Del mismo modo, se puede inferir que el uso de EVA y Competencias es un tema difícil de explorar, no sólo por las rúbricas que se deben de elaborar si no, que lo que de manera habitual se mide es el rendimiento académico, usando investigaciones de corte cuantitativo, con un grupo control y uno piloto.

Es por ello que surge el interés por investigar cualitativamente, el desarrollo de competencias en docentes y estudiantes al utilizar un entorno virtual de aprendizaje, debido a que como se ve en los dendrogramas el uso de tecnologías en la clase de matemáticas no solo propicia la mejora del rendimiento, si no desempeño, actitudes y percepciones hacia las matemáticas. De igual manera se relaciona con la profesionalización docente, promoviendo, docentes de matemáticas preparados en competencias digitales y en dimensiones del modelo TPACK, lo cual ayudará a que los educadores mejoren su práctica. Una razón más para realizar un entorno virtual de enseñanza aprendizaje hecho por docentes y para los docentes enmarcado en un modelo tecno pedagógico especializado como lo es el STAMPK (Getenet, et al, 2015), además, incluyendo el ABPC como marco teórico metodológico para su construcción, ya que como lo mencionan Vargas, et al (2019), diseñar entornos de aprendizaje basados en la metodología ABPC implica que el docente busque estrategias para promover el desarrollo de competencias en sus

dimensiones cognitiva, técnicas y atributos personales. Logrando entornos de aprendizaje integrales y completos.

Agradecimientos. A CONACYT por el apoyo con número 781111 otorgado para poder realizar esta investigación.

Referencias

Aksela, M., Vartiainen, J., Tuomisto, M., Turkka, J., Pernaa, J., y Tolppanen, S. (2016). Promoting Meaningful Science Teaching and Learning Through ICT in the Finnish LUMA Ecosystem. *New Ways to Teach and Learn in China and Finland: Crossing Boundaries with Technology*, 255-278. https://cutt.ly/5WVLW6U

Annetta, L. A., Folta, E. y Klesath, M. (2010). *V-Learning: Distance Education in the 21st Century Through 3D Virtual Learning Environments,* New York, USA: Springer. https://cutt.ly/7WVLIXj

Chaparro-Martínez, E. I., Álvarez-Muñoz, P., & D Armas-Regnault, M. (2016). Gestión de la información: Uso de las bases de datos scopus y web of science con fines académicos. *Universidad, Ciencia y Tecnología, 20*(81), 166-175. https://cutt.ly/oRaUhT3

García, S. D. (2013). *Toward the creation of effective virtual learning environments for online education* (tesis doctoral). Univesitat Oberta de Catalunya, Cataluña, España. https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=82702

Getenet, S. T., Beswick, K., y Callingham, R. (2015). Conceptualising technology integrated mathematics teaching: The stamp knowledge framework. In Proceedings of the 2015 annual conference for the psychology of mathematics education (PME 39) (Vol. 2, pp. 321-328). International Group for the Psychology of Mathematics Education (IGPME). https://cutt.ly/wbNZn1q

Guaypatín, P. O. A., Arias, G. J. I., Montalusia, P. R. H., Cadena, M. J. A., y Salazar. J. R. (2017). Una aproximación a la aplicación de las TICS en la didáctica de la matemática. *Boletín Virtual, 6*(12), 90-101. https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/csye/article/view/258

Gutiérrez-Rodríguez, C. A. (2018). Fortalecimiento de las competencias de interpretación y solución de problemas mediante un entorno virtual de aprendizaje. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN*, *8*(2), 279. https://doi.org/10.19053/20278306.v8.n2.2018.7170

Hinojo Lucena, F. J., Aznar D. I. Romero R. J. M. y Marín M. J. A. (2019). Influencia del aula invertida en el rendimiento académico. Una revisión sistemática. *Campus Virtuales*, 8(1), 9-18. https://cutt.ly/vWVL3Os

López-Hernández, F. J. (2020). *Realidad aumentada como andamiaje para la comprensión de la representación gráfica del concepto de función cuadrática en nivel medio superior* (tesis de maestría). Benemérita

Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. http://funes.uniandes.edu.co/15734/

López-Hernández, F. J., Navarro-Rangel, Y., y Mocencahua-Mora D. (en prensa). The role of virtual environments in mathematics education: a literature review. In Proceedings of the XI international conference on virtual campus.

Lourenco, O. L. O. (2015). Piaget's legacy to human development. *World Journal of Behavioral Science, 1,* 53-65. https://cutt.ly/WWVL62o

McConachie, J., Danaher, P., Luck, J., y Jones, D. (2005) Central Queensland University's Course Management Systems: Acelerator or brake in engaging change? *International Review of Research in Open and Distance Learning, 6*(1), 1-15. https://cutt.ly/bWVZyTY

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, DG., y The PRISMA Group, "Elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metanálisis: la declaración PRISMA", Annals of Internal Medicine , vol. 151, no. 4, págs. 264–269, 2009. https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1000097

Olivier-Rodríguez, O. Z., y Díaz-López, J. R. (2016). El uso de las tecnologías en la enseñanza-aprendizaje de la matemática en la Universidad Experimental de las Fuerzas Armadas, Núcleo Sucre. *Santiago, 139*(1), 45-53. https://cutt.ly/0WVZajU

Rico, L. (2007). La competencia matemática en PISA. *PNA, 1*(2), 47-66. https://revistaseug.ugr.es/index.php/pna/article/view/6215

Trujillo-Amaya, J. F. (2015). *Un dendrograma para el pragmaticism*o (tesis doctoral). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/18859

van Biljon, J., y Renaud, K. (2009). Distance Education as an enabler in crossing the digital divide: will the Phoenix fly? En *The Proceedings of IDIA2009 Development Informatic Conference.* https://cutt.ly/FWVZxPZ

Vargas, A. V., Cristóbal E. C., y García, R. M. L. (2019), El aprendizaje basado en proyectos: una experiencia en posgrado. M. L. García R. (coord.) *Aprendizaje basado en proyectos colaborativos: una metodología para los retos educativos de este milenio (191-231).* Colofón.

Verschaffel, L., Depaepe, F.,, y Mevarech, Z. "Learning Mathematics in metacognitively oriented ICT-Based learning environments: A systematic review of the literature," *Education Research International*, vol. 2019, 2019.doi: https://doi.org/10.1155/2019/3402035

Zykova, T. V., Shershneva, V. A., Vainshtein, Y. V., Danilenko, A. S., & Kytmanov, A. A. (2018). E-learning courses in mathematics in higher education. *Perspektivy Nauki i Obrazovania, 34*(4), 58-65. http://elib.sfu-kras.ru/handle/2311/129820

SECCIÓN 3
Recursos educativos digitales

Aplicación para casos clínicos de bioquímica dirigida a apoyar el aprendizaje de alumnos del área de la salud

Marcos Rodríguez Gutiérrez[1], Claudia Zepeda Cortés[1],
Hilda Castillo Zacatelco[1], José Luis Carballido Carranza[1],
Victoriano Mendieta Carmona[2], Ericka Barrientos Zavalza[2]
[1]Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación
[2]Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina
{skywere@gmail.com, czepedac@gmail.com, victoriano.mendieta}@correo.buap.mx

Resumen. En este trabajo se describe el análisis y diseño de una aplicación dirigida a alumnos del área de la salud que presenta casos clínicos de bioquímica. El objetivo es apoyar en el aprendizaje sobre conceptos básicos de bioquímica y su representación clínica. Se planea que sea una aplicación *Android/IOS* que tenga entre sus principales funcionalidades: el manejo de un conjunto amplio de casos clínicos, autoevaluación, roles para alumnos, docentes y administradores, y filtros de usuarios. Este trabajo es producto de un equipo de investigadores y alumnos de la Facultad de Ciencias de la Computación y la Facultad de Medicina de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y responde a la necesidad de apoyar el aprendizaje de temas del área de bioquímica, dado el alto índice de reprobación por parte de los alumnos en esta área.

Palabras clave: Casos clínicos, bioquímica, aplicación.

1 Introducción

En la Facultad de Medicina (FM) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), algunos docentes han detectado en sus alumnos un bajo rendimiento académico sobre conceptos básicos de bioquímica, lo cual genera preocupación ya que es vital formar alumnos con alto desempeño debido a que este tema es la base de las siguientes etapas en su formación académica (Zepeda et al., 2020). Por lo anterior, un equipo integrado por docentes y alumnos de la Facultad de Ciencias de la Computación de la FM, ambas de la BUAP, han considerado el uso de las tecnologías de la información para apoyar a los alumnos de primeros semestres de la FM en el aprendizaje y aplicación de conceptos básicos del tema de bioquímica.

En este trabajo se describe el análisis y diseño de una aplicación móvil que permita la administración de un conjunto de casos clínicos para que sean usados por alumnos de educación superior del área de la salud y los apoye en la adquisición o reforzamiento de habilidades relacionadas con conceptos básicos de bioquímica y con su presentación clínica. Actualmente, se está trabajando en la implementación de esta aplicación móvil, pero ya existe un prototipo básico que sigue el análisis y diseño propuesto.

La aplicación está basada en el concepto de estudio de casos, debido a que, en la educación de las ciencias de la salud, esta aplicación permitirá la familiarización de los alumnos con casos útiles en la práctica clínica y los entrena para la toma de decisiones clínicas (Romaní, 2010). Otra de las ventajas que obtienen los alumnos al resolver casos clínicos, son la adquisición de conocimientos, capacidad de análisis, síntesis, evaluación, toma de decisiones y les contribuye en la seguridad y sensibilización a las necesidades del entorno (Serrano et al., 2017, Mejía et al., 2013).

La organización de este documento es de la siguiente manera: la sección dos describe brevemente la base teórica del trabajo, lo que ayuda a comprender mejor el contenido; la sección tres describe el análisis de la aplicación; la sección cuatro muestra el diseño para hacer uso de la aplicación. Finalmente, la sección cinco muestra las conclusiones y trabajo a futuro.

2 Marco Teórico

En esta sección se da una breve descripción de los antecedentes teóricos necesarios para entender este trabajo y se indican las referencias básicas para profundizar más en ellos.

2.1 Estudio de casos

Por caso se entiende todas aquellas circunstancias, situaciones o fenómenos únicos de los que se requiere más información o merecen algún tipo de interés dentro del mundo de la investigación (Martínez, 2006). Dependiendo del campo de investigación en el que se lleve a cabo, el estudio de casos puede estar dirigido a distintas materias o cuestiones. La metodología de estudio de casos sigue los siguientes pasos (Martínez, 1999): 1. Selección del caso para saber qué queremos estudiar, para a continuación

seleccionar un caso apropiado y relevante. 2. Elaboración de preguntas que determinen qué se quiere averiguar una vez haya finalizado el estudio. 3. Localización de fuentes y recopilación de datos, para la elaboración de las teorías e hipótesis que otorgan un sentido a la investigación. 4. Análisis e interpretación de la información y los resultados para obtener una serie de conclusiones y decidir si la información o resultado obtenido puede ser aplicado a más situaciones o casos similares. 5. Elaboración del informe que, de manera cronológica, detalle todos y cada uno de los datos del estudio de caso. Será necesario especificar cuáles han sido los pasos seguidos, cómo se obtenido la información y el porqué de las conclusiones extraídas.

2.2 Aplicación móvil

Una aplicación móvil o una *app* (abreviación de la palabra en inglés *application*), es un desarrollo de software diseñado para ser ejecutado en una variedad de dispositivos móviles. Estas aplicaciones permiten al usuario efectuar un enorme conjunto de tareas de diferentes índoles tales como profesionales, ocio, educativas, servicios, etc. (Santiago, 2019). Las aplicaciones móviles están disponibles a través de ciertas plataformas de distribución, o por intermedio de las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles tales como *Android*, *iOS*, *BlackBerry OS*, *Windows Phone*, entre otros. Al ser aplicaciones para los dispositivos móviles deben ser programadas en algún lenguaje de programación compilado, además ofrecen diferentes ventajas tales como: acceso más rápido y sencillo a la información necesaria sin necesidad de los datos de autenticación en cada acceso; almacenamiento de datos personales de una manera segura; gran versatilidad en cuanto a su utilización o aplicación práctica; atribución de funcionalidades específicas; mejor capacidad de conectividad y disponibilidad de servicios y productos.

3 Análisis de la aplicación

Esta aplicación se inspiró en la metodología de estudio de casos. En este documento se hace referencia a un caso clínico de bioquímica como la descripción de un proceso bioquímico en el cual se puede identificar lo que está aconteciendo de manera biológica, química o molecular. En la aplicación, los casos clínicos están organizados de tal manera que un caso clínico debe estar dentro de un subtema y este último a su vez en un tema, permitiendo así contar con una estructura ordenada que facilite el acceso y búsqueda de estos. Cada tema tendrá una barra de porcentaje que corresponderá al avance que lleva el usuario.

El contenido de cada caso clínico de bioquímica se compone de dos partes. La primera parte corresponde a la descripción, la cual consiste de un párrafo que describe de manera concreta el caso a evaluar, en un máximo de 120 palabras. La segunda parte consiste de un conjunto de entre dos y diez preguntas de opción múltiple relacionadas con la descripción, solo una de estas opciones corresponde a la respuesta correcta. Esta segunda parte es referida como *quiz*. El usuario puede contestar el *quiz* de un mismo

caso clínico, dos veces a lo más, la aplicación registra el promedio de los intentos para otorgar una calificación. Sin embargo, el usuario puede acceder al caso clínico para estudiarlo tantas veces como necesite hacerlo. El usuario también tendrá un historial que contiene las calificaciones para todos los casos que ha resuelto, el total de temas completados y la cantidad de cuestionarios resueltos exitosamente.

La aplicación cuenta con tres roles junto con las características principales que implementa cada rol. El rol de alumno conlleva a solo poder contestar y visualizar los casos clínicos, las opciones de este rol son: registrarse como alumno; perfil del usuario; seleccionar temas y subtemas; y acceso a los *quiz*. El rol de docente permite agregar nuevos casos clínicos; visualizar el progreso de todos los alumnos registrados; y eliminar usuarios específicos con el fin de descartar registros erróneos por parte de los alumnos. El rol de administrador, además de contar con las mismas opciones que un docente, permite administrar todos los usuarios dentro de la aplicación, así como eliminar y agregar usuarios de cualquier tipo, con el fin de ayudar a tener un buen control de la información de usuarios registrados y eliminar registros erróneos por parte de los usuarios.

4 Diseño de la aplicación

El diseño de la aplicación incluye los diagramas de casos de uso, que describen las actividades que deberán realizar los diferentes usuarios, los diagramas que representan los flujos de trabajo paso a paso, y por último los *mockups* que se utilizan para visualizar la estructura de la navegación y los elementos del diseño en detalle de la aplicación móvil. En esta sección solo presentamos la parte principal del diseño, debido a limitaciones de espacio.

4.1 Casos de usos

Primero se menciona que se entiende en este trabajo por *actividad o actividades*, lo cual corresponde a todo aquello que puede realizar un usuario dentro de la aplicación dependiendo de su rol y que se entiende por un mockup, lo cual corresponde al modelo o prototipo que se utiliza para exhibir o probar el diseño (Santiago, 2019). En la Figura 1 se muestran los casos de uso. Los usuarios pueden ser alumnos, docentes o administradores. Cuando un usuario tiene asignado un tipo de rol se le abren las funcionalidades correspondientes.

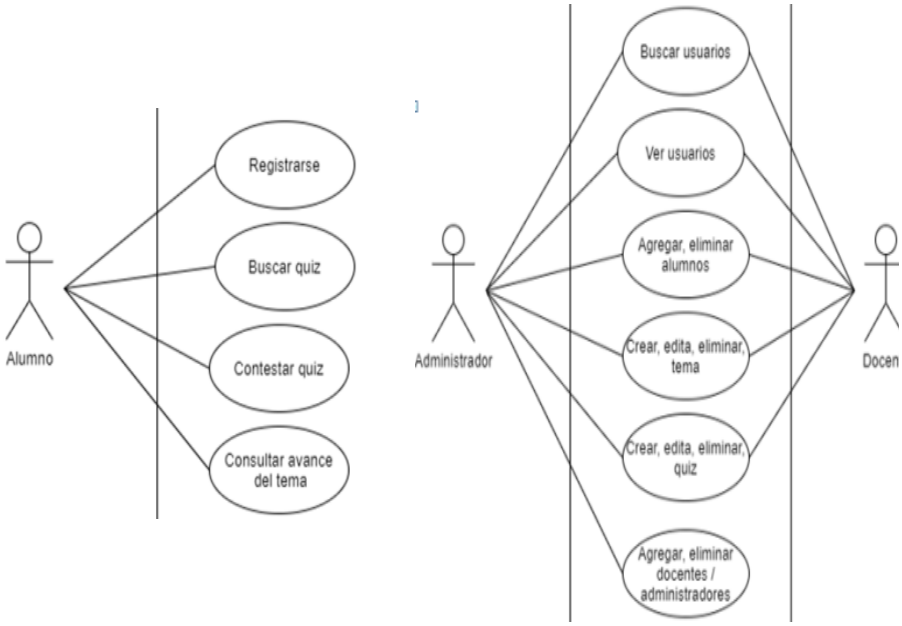


Figura 1: Casos de uso de la aplicación.

4.2 Diagramas de las actividades para los roles

Se muestran ahora algunos de los diagramas de flujo de algunas actividades para los roles de alumno, docente y administrador dentro de la aplicación.

El diagrama de flujo de la actividad *elaboración de* quiz del rol *alumno* está descrito en la Figura 2. Para esta actividad el alumno escoge un tema, posteriormente un subtema y selecciona el caso para resolver el *quiz*. El diagrama de flujo de la actividad *retroalimentación* del rol *alumno* está descrito en la Figura 2. Para esta actividad el alumno podrá contestar y revisar cada *quiz* hecho, recordemos que el alumno solo puede contestar el *quiz* un máximo de dos veces y la calificación que se muestra corresponde al promedio de los intentos.

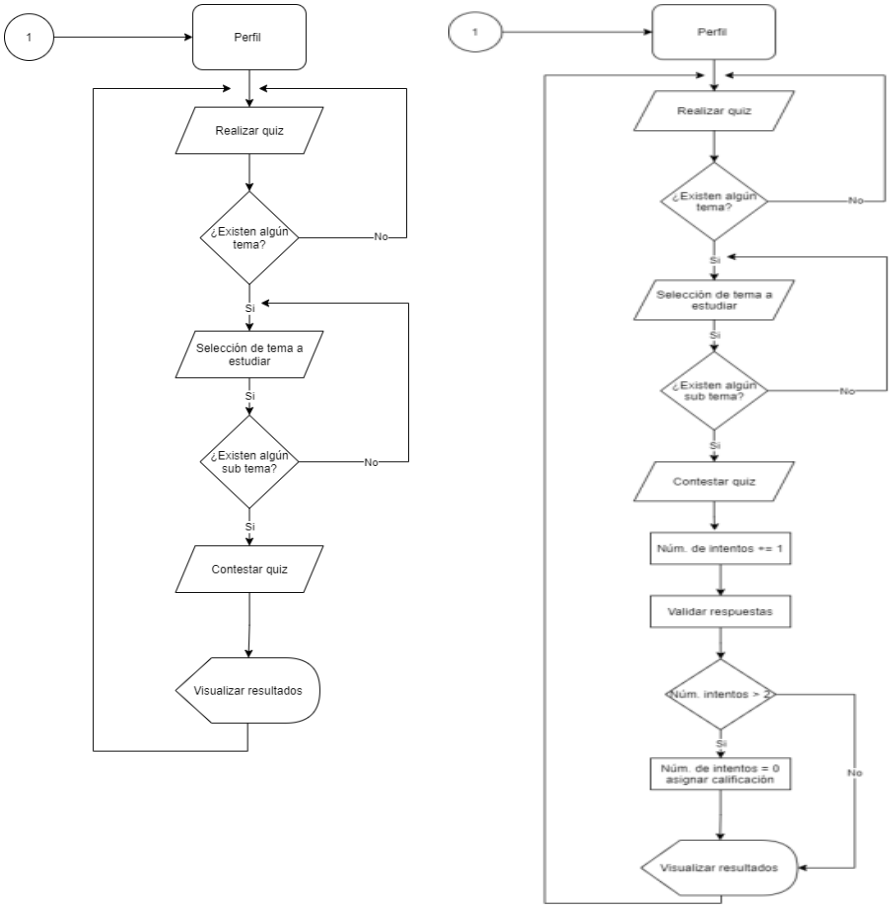


Figura 2: Diagramas de flujo de las actividades elaboración de *quiz (izquierda) y* retroalimentación *del rol* alumno *(derecha).*

El diagrama de flujo de la actividad *creación de quiz* del rol *docente y/o administrador* se muestra en la Figura 3.

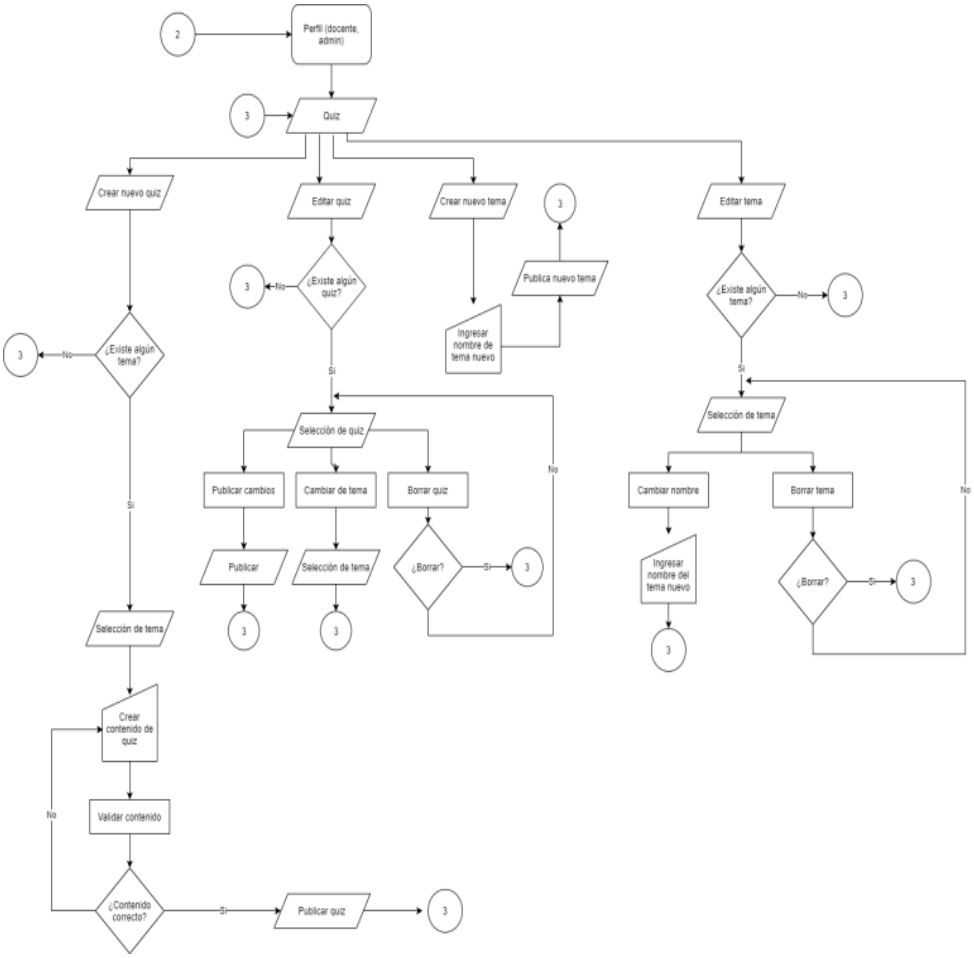


Figura 3: Diagrama de flujo de la actividad creación de *quiz de los roles* docente *y/o* administrador.

4.3 Mockups

En esta sección se describen algunas de las principales pantallas que se acordaron para la aplicación. Para la aplicación, las pantallas se dividen en dos categorías, la primera para el rol de alumno y la segunda para los roles de docente y administrador, ya que tienen tareas en común.

***Mockup* de alumnos.**

En la Figura 4 se muestra el diseño de la pantalla principal de la aplicación, donde el usuario tiene que iniciar sesión para poder ver su perfil o contestar un *quiz.*

En la Figura 4 también se muestra la pantalla de inicio de sesión, o bien, en caso de no contar con una cuenta, puede registrarse. El registro solo será para alumnos ya que los docentes y los administradores son asignados por el administrador.

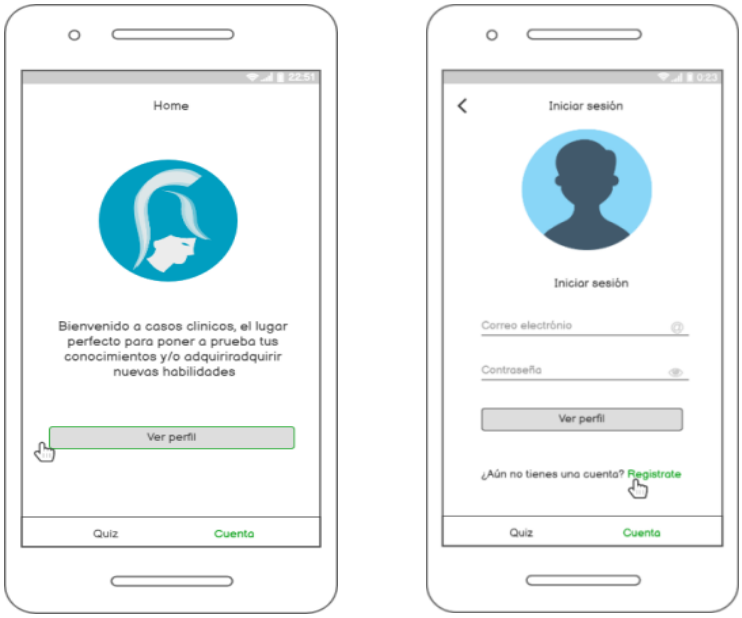


Figura 4: Pantallas de inicio de la aplicación (izquierda) e inicio de sesión (derecha).

La Figura 5 muestra la pantalla del registro de usuarios donde se llenan los campos de correo, nombre, sexo, edad, y se solicita información acerca de si ha tomado alguna materia relacionada con el área de la salud, así como si cuenta con estudios previos y, de manera opcional, si tiene un docente asignado, ya que esta pregunta es solo para aquellos usuarios que estén tomando algún curso con un docente de la FM. Esta pantalla también permite la selección de cuántas veces ha tomado el usuario la materia, con las opciones de 1, 2 o más o ninguna vez. Además, esta pantalla permite al usuario escoger los estudios que está realizando o que ya terminó, las opciones que ofrece son: Enfermería, Fisioterapia, Estomatología, Técnico asociado u otros.

En la Figura 5 también se muestra la pantalla de perfil del alumno una vez terminado el registro o hecho el *login*, donde podrá ver sus datos y resultados de uso de la aplicación.

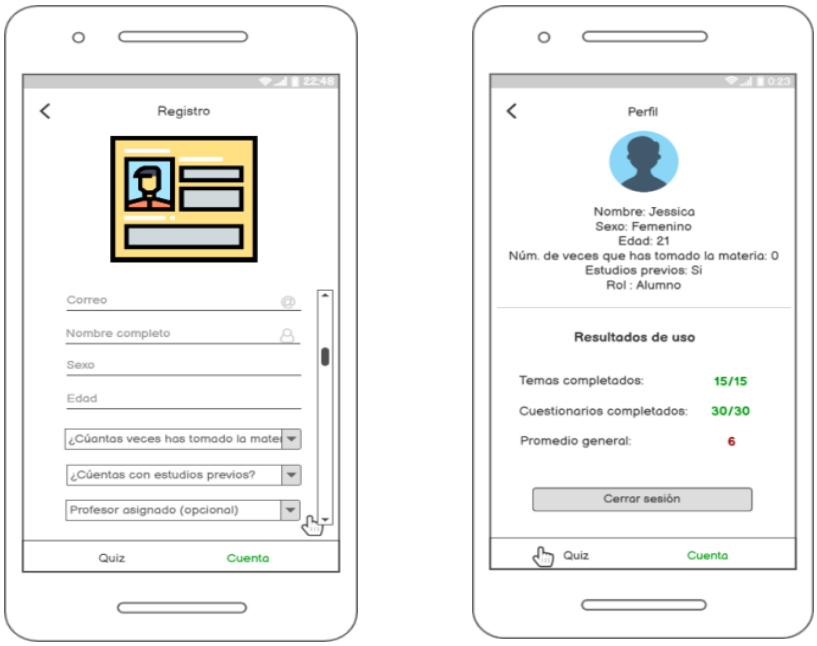


Figura 5: Pantallas de Registro de usuarios (izquierda) y de Perfil del alumno (derecha).

En la Figura 6 se muestra la pantalla que muestra el *quiz*, donde el usuario tiene que seleccionar un tema de su interés para poder avanzar, de igual forma se muestra una barra con el porcentaje del tema completado; en la Figura 6 también se muestra la misma pantalla donde el usuario después de seleccionar el tema debe seleccionar un subtema contenido del tema previamente seleccionado.

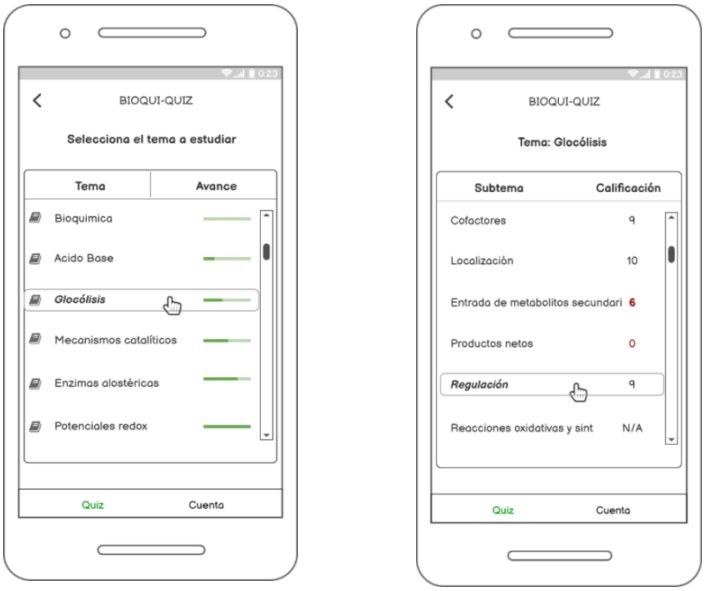


Figura 6. Selección de tema por parte del alumno.

En la figura 7, se muestra la pantalla que hace referencia al caso clínico y el *quiz* a contestar. Esta misma pantalla muestra los posibles errores cometidos en las preguntas del *quiz* una vez que el usuario termina de contestar, lo que ayuda a obtener retroalimentación y apoyar en el aprendizaje.

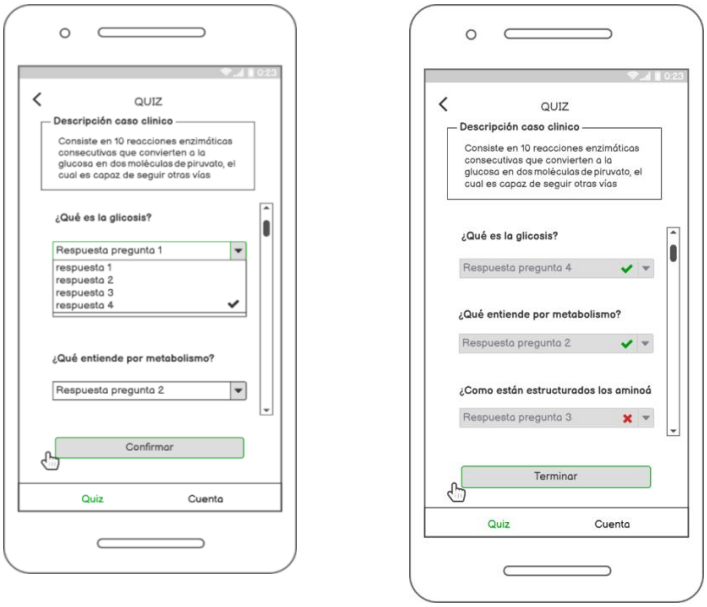


Figura 7. Referencia al quiz

***Mockup* de docentes y/o administradores.**

Dentro de la Figura 8, se muestra el diseño de la pantalla de perfil de un usuario con rol de administrador, donde tiene las opciones de ver los usuarios registrados, buscar usuarios, agregar usuarios y un CRUD completo sobre los *quiz*. El concepto CRUD está estrechamente vinculado a la gestión de datos digitales, CRUD hace referencia a un acrónimo en el que se reúnen las primeras letras de las cuatro operaciones fundamentales de aplicaciones persistentes en sistemas de bases de datos: Create (Crear registros; Retrieve (Leer registros); Update (Actualizar registros); Destroy (Borrar registros). Esta pantalla también permite observar la pantalla del perfil de un usuario, donde se puede ver el status de su progreso dentro de la aplicación. En la Figura 8 también se muestra la pantalla que indica los campos que se requieren para agregar un nuevo *quiz*.

Figura 8: Mockup de la pantalla perfil de alumno desde la vista administrador/docente (izquierda), mockup de la pantalla de nuevos quiz (derecha).

En la Figura 9, se muestra la forma en la que se crea un nuevo tipo de usuario, teniendo tres opciones de rol: alumno, docente y administrador. Además, en esta misma Figura 9, se ven los campos que se requieren para registrar un nuevo usuario con el rol alumno.

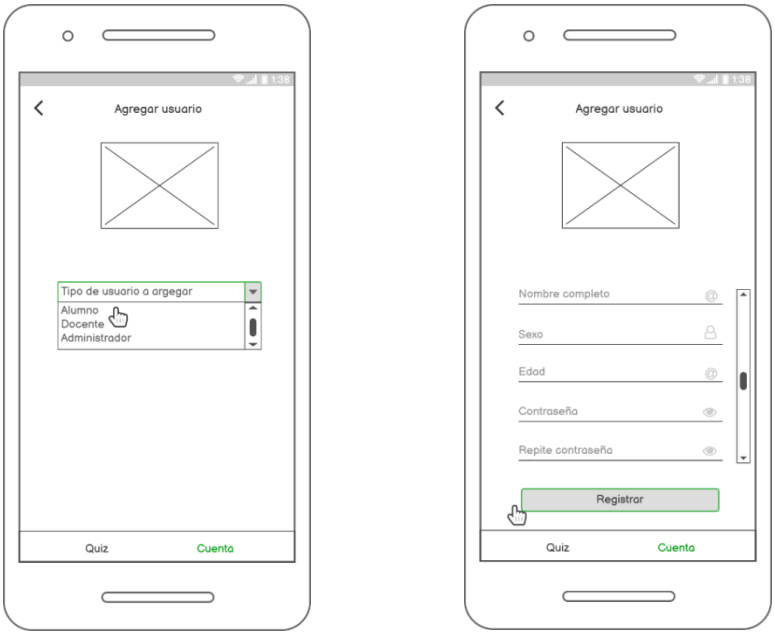


Figura 9: Mockup de la pantalla del tipo de rol a agregar (izquierda). Mockup de la pantalla para registrar Docentes y/o administradores (derecha).

5 Conclusiones y trabajo a futuro

En este trabajo se describe el análisis y diseño de una aplicación móvil con el propósito de apoyar a los alumnos de primeros semestres de la FM de la BUAP en el aprendizaje y aplicación de conceptos básicos del tema de bioquímica. Dentro del análisis se incluye la descripción de lo que es un caso clínico, la manera en que la aplicación califica los *quiz* y los tipos de roles que incluye la misma. De igual forma dentro del diseño se detallan e ilustran los diagramas de flujo para todas las acciones que puede realizar un usuario dentro de la aplicación dividido por los roles que se tienen, así como el resultado de los *mockups* para cada pantalla de la aplicación. En este trabajo se muestran las pantallas del prototipo, pero falta la implementación completa de la aplicación que no es el alcance de este trabajo.

Este trabajo fue producto de una colaboración entre dos facultades de la BUAP, la Facultad de Medicina y la Facultad de Ciencias de la Computación. La aplicación tiene intención de aprovechar y aplicar las tecnologías de la información y las ventajas del método de estudio de casos.

Referencias.

Martínez Carazo, P. C. (2006). El método de estudio de caso: estrategia metodológica de la investigación científica. Pensamiento & gestión, 20, 165-193.

Martínez Sánchez, A. (1999). El estudio de casos como técnica didáctica. Innovación educativa, 9, 25-53.

Mejía, Ómar R., & García C, Ananías, & García, Grégory A. (2013). Técnicas didácticas: método de caso clínico con la utilización de video como herramienta de apoyo en la enseñanza de la medicina. Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud, 45(2),29-38.

Romaní, Franco (2010). Reporte de caso y serie de casos: una aproximación para el pregrado. CIMEL Ciencia e Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana, 15(1),46-51.

Santiago, Raul. (2019). Mobile learning: nuevas realidades en el aula. Grupo Océano. pp.8-26-27, 22-29. ISBN9788449451454.

Serrano Gámez, Nilvia, Bermúdez Garcell, Alejandro, Solís Cartas, Urbano, Teruel Ginés, Rolando, Leyva Montero, María de los Ángeles, & Bermúdez Serrano, Alejandro. (2017). Utilidad de la discusión de casos clínicos en la enseñanza de pregrado de los estudiantes de medicina. Revista Cubana de Reumatología, 19 (Supl. 1), 235-241.

Zepeda Cortés, C., Cervantes Márquez, A. P., Castillo Zacatelco, H., Carballido Carranza, J. L., Martínez Montaño, M. del L. C., López Moreno, P., Mendieta Carmona, V., & Medina Nieto, M. A. (2020). Estudio de la satisfacción de un objeto de aprendizaje para la enseñanza del tema equilibrio ácido-base en la licenciatura de Medicina. RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo,11(21). https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.771

SECCIÓN 4
Diseño y prototipo de aplicaciones

Recurso didáctico móvil de realidad aumentada para el aprendizaje del riñón humano

Marco Alberto Mendoza Perez[1], Cristina Juárez Landin[1],
Juan Manuel Sánchez Soto[1], Maribel Hernández Arroyo[2]
[1, 2] Ingeniería en Computación, Centro Universitario Valle de Chalco,
Universidad Autónoma del Estado de México,
Av. Hermenegildo Galeana N. 3, Col. María Isabel,
C.P. 56615, Estado de México, México
[1]{mamendozap, jmsanchezs, cjuarezl}@uaemex.mx,
[2]maribel1991hernan@gmail.com

Resumen. Actualmente por la pandemia por COVID-19, la enseñanza de contenidos conceptuales y procedimentales cambió de forma presencial a virtual, utilizando plataformas de comunicación y colaboración. En este trabajo de investigación se desarrolló un recurso didáctico móvil de realidad aumentada junto con el diseño de una secuencia didáctica virtual para el aprendizaje significativo de los componentes y funcionamiento del riñón humano; contenidos relacionados con temas que se abordan en las clases de Anatomía y Fisiología, que cursan los estudiantes de la Licenciatura en Enfermería en el Centro Universitario (CU) Valle de Chalco perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Para lograr lo anterior, se utilizó el modelo de diseño instruccional Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE). El recurso didáctico se presentó de forma virtual, haciendo uso de la plataforma Microsoft Teams, a un grupo de 25 estudiantes de la Licenciatura en Enfermería. Al concluir la presentación, los estudiantes contestaron una encuesta vía formulario de Google, estos notaron que es un apoyo en su proceso de aprendizaje, siendo una experiencia duradera y útil para estas clases, haciendo el aprendizaje más interesante, novedoso, entretenido, comprensible y significativo para su educación profesional.

Palabras Clave: Aprendizaje Significativo, Modelo ADDIE, Realidad Aumentada, Recurso Didáctico Móvil, Riñón, Secuencia Didáctica Virtual.

1 Introducción

El aprendizaje es un proceso de habilidades y destrezas, conocimientos o valores, que cada persona adquiere y comprende, como resultado del estudio, práctica y experiencia (EcuRed, S/F).

El aprendizaje significativo es una teoría psicológica porque se ocupa de los procesos mismos que el sujeto pone en juego para generar su conocimiento; centra la atención en lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden, en la naturaleza de ese aprendizaje, en las condiciones que se requieren para que éste se produzca, en sus resultados y, consecuentemente, en su evaluación (Ausubel, 1976). Es también, una teoría del aprendizaje porque esa es su finalidad, ya que aborda todos y cada uno de los elementos, factores, condiciones y tipos que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que la escuela ofrece al alumnado, de modo que adquiera significado para el mismo (Rodríguez, 2004, 2008).

Los recursos didácticos son cualquier hecho, lugar, material, medio, persona, proceso o instrumento que puede estar construido con tecnología computacional y que se han elaborado con la intención de facilitar al docente su función y a su vez la del estudiante (Conde, 2006). Proporcionan a los estudiantes, las siguientes funciones: información clara, cumplen con un objetivo de aprendizaje, son una guía para el proceso de enseñanza y aprendizaje, ayudan a ejercitar y desarrollar tanto habilidades como procedimientos, permiten evaluar los conocimientos y habilidades en cada momento, despiertan la motivación, impulsan y crean un interés hacia los contenidos que desean aprender, y son un entorno para la expresión o interacción entre estudiantes y docentes (Vargas, 2017).

Para Pimienta Prieto (2012) la secuencia didáctica es un conjunto articulado de tareas docentes que impulsan las actividades de los estudiantes y su evaluación, permitiendo desarrollar su aprendizaje; en este caso la secuencia didáctica que desarrollamos fue para conocer e identificar las partes de un riñón humano con ayuda de la realidad aumentada.

La Nefrología es el estudio de la anatomía y la función de los riñones (Diccionario de Medicina de Mosby, 1995).

Los riñones son órganos que se encargan de filtrar la sangre y producir la orina (Guzmán y Elizondo, 2015). Sus partes son las siguientes (Diccionario de Medicina de Mosby, 1995), (Tortora y Derrickson, 2006): Médula renal, corteza renal, cálices menores y mayores, cápsula renal, nefrona, arteria renal, pelvis renal, vena renal y uréter.

Los modelos 3D describen un proceso que representa un objeto tridimensional, los cuales se relacionan con escenas y animaciones etc. Se utiliza un software especializado en la creación y modificación de modelos 3D. Existen aplicaciones que permiten diseñar modelos en 3D, por ejemplo, Blender, SketchUp, entre otros.

En 1997, Ronald Azuma propone la siguiente definición de Realidad Aumentada (RA): "Es la combinación de elementos reales y virtuales en 3D que contienen información, donde el usuario interactúa en tiempo real para recrear su realidad física en la construcción de nuevos significados" (Weebly, 2017).

A continuación, se presentan las herramientas que se utilizaron para diseñar y desarrollar el recurso didáctico de RA:

- SketchUp: es un software que desarrolla modelos en 3D y es ideal para crear escenarios, objetos, etc. Tiene herramientas que podemos utilizar para la creación de cualquier tipo de proyecto que son animaciones o texturas.
- Unity 3D: es una plataforma para el desarrollo de video juegos y apps.
- Vuforia: es un SDK que se basa en el desarrollo de aplicaciones móviles y utiliza tecnología que tiene una gran capacidad de reconocer imágenes y objetos 3D orientados a la realidad aumentada.

Algunos antecedentes del uso de la realidad aumentada en el ámbito educativo de la medicina o áreas afines son los siguientes:

- Investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla analizaron la percepción del uso de la aplicación móvil App-AumentateenBiologia como un recurso didáctico digital para el aprendizaje de la Biología Celular con Realidad Aumentada (Cerón, Archundia, Cervantes y Cervantes 2020).
- Investigadores de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas desarrollaron una aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de temas biológicos sobre la clasificación de los seres vivos a niños de tercer grado de primaria (Solano, Casas y Guevara, 2015).
- La aplicación interactiva CURISCOPE es de paga y funciona en conjunto con una camiseta serigrafiada de realidad aumentada (CURISCOPE, 2021). Se puede instalar en dispositivos móviles o en tabletas, siempre y cuando tengan instalado el sistema operativo iOS o Android. Esta aplicación es una buena forma de enseñar y aprender sobre el cuerpo humano: viajar a través de los sistemas fisiológicos humanos.

> Los alumnos se sorprenden cuando pueden ver que el cuerpo cobra vida y les encanta ver cómo pueden recorrer el intestino, las arterias, los pulmones, etc. Es un recurso educativo STEAM para acercar el aprendizaje de la ciencia y hacerlo más atractivo para los alumnos (inspiraTICs, 2018).

En el Centro Universitario, actualmente no se cuenta con un recurso didáctico tecnológico que sea creativo, interactivo, llamativo, de fácil manejo y que sirva de apoyo en la enseñanza y aprendizaje de contenidos sobre los componentes y funcionamiento del riñón humano.

El objetivo de este trabajo de investigación es el desarrollo de un recurso didáctico móvil de realidad aumentada que sea creativo, interactivo e innovador, junto con el diseño de una secuencia didáctica para clases virtuales, que faciliten tanto a docentes como a estudiantes la enseñanza y el aprendizaje significativo de los componentes y funcionamiento del riñón humano.

La metodología propuesta para la construcción de este recurso didáctico de realidad aumentada se basó en el Modelo de Diseño Instruccional Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE).

2 Modelo ADDIE

Cada letra que forma parte de la palabra ADDIE significa una fase que se lleva a cabo en el diseño instruccional, como es el Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación de actividades y recursos de aprendizaje. El diseño instruccional tiene el objetivo de producir una formación eficaz, competente, útil, interesante e intenta describir el proceso por el que se produce la formación de calidad (Sánchez, García, Juárez y Sánchez, 2018). El diseño instruccional enfoca una instrucción centrada en el estudiante, para que así este logre un aprendizaje eficaz y significativo, por lo tanto, se analizan todas las necesidades de los estudiantes.

El desarrollo de un recurso didáctico móvil de realidad aumentada, junto con el diseño de una secuencia didáctica virtual para el aprendizaje significativo de los componentes y funcionamiento del riñón humano, sirve de apoyo en las clases de Anatomía y Fisiología

que cursan los estudiantes de segundo semestre de la Licenciatura en Enfermería del CU Valle de Chalco. Para este diseño y desarrollo, se utilizó el modelo ADDIE. A continuación, se muestran sus fases finalizadas.

2.1 Análisis

En esta fase se define que es lo que se debe aprender, así mismo se define el problema o la necesidad, su origen, las posibles soluciones, la determinación de los objetivos y el análisis de tareas.

Se realizó una investigación con estudiantes de algunos grupos de la Licenciatura en Enfermería del CU Valle de Chalco, los estudiantes comentaron que sería muy útil para su aprendizaje contar con herramientas tecnológicas que les permitan visualizar a detalle cada uno de los órganos del cuerpo humano, junto con su funcionamiento, para así poder conocer y comprender todo lo relacionado con los órganos del cuerpo humano de forma rápida, fácil, visual e innovadora. Posteriormente se decidió desarrollar un recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje del riñón humano, para esto se realizó una investigación documental sobre el contenido que debe mostrar el recurso didáctico de RA. Con esta información se elaboraron los diagramas de casos de uso del desarrollo y funcionamiento del recurso didáctico de RA. También se elaboró el diagrama de flujo del funcionamiento del recurso didáctico de RA. En el diagrama de casos de uso de la Figura 1, se pueden observar las funciones del recurso didáctico de RA.

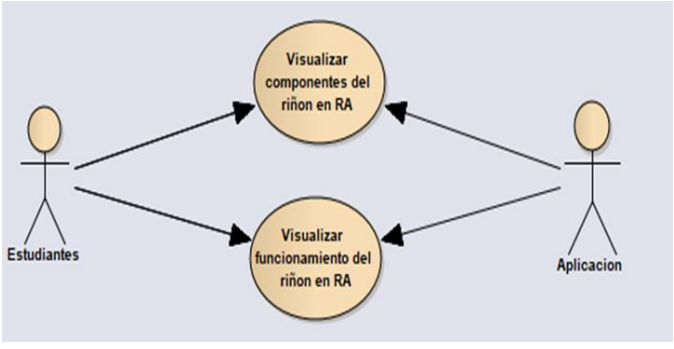


Fig. 1. Diagrama de casos de uso de las funciones del recurso didáctico de RA.

2.2 Diseño

En esta fase se especifica como será aprendido lo que se quiere aprender, así mismo se elabora la planificación de actividades, se específica la teoría del aprendizaje que se va a utilizar, se mencionan los recursos tecnológicos que se van a usar en el desarrollo del recurso didáctico y sus formas de evaluación.

En esta fase se elaboró el diagrama de secuencia sobre la interacción de los estudiantes con el recurso didáctico de RA y se diseñaron los modelos del riñón humano en 3D.

En la Figura 2, se observa el diseño del modelo de un riñón humano en 3D. También se diseñó un segundo modelo, el cual trata del funcionamiento del riñón, ambos fueron diseñados con el software SketchUp.

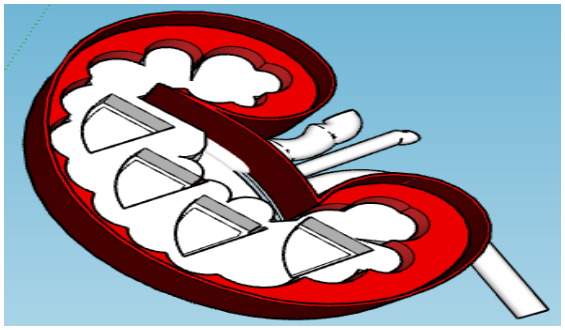


Fig. 2. Modelo del riñón en 3D.

En esta fase también se elaboró una secuencia didáctica para clases virtuales (ver Tabla 1) la cual sirvió para planear y guiar de mejor manera la implementación y evaluación del recurso didáctico de RA que se va a presentar en una sesión virtual.

Tabla 1. Secuencia didáctica virtual para la implementación del recurso didáctico.

Secuencia Didáctica Virtual	
Unidad de Aprendizaje: Anatomía y Fisiología.	**Tema:** Componentes y funcionamiento del riñón.
Propósito: Que la aplicación sirva de apoyo en el proceso de enseñanza y aprendizaje significativo sobre contenidos de anatomía y fisiología.	**Aprendizaje esperado:** Que los estudiantes comprendan los contenidos sobre el riñón humano e interactúen con el recurso didáctico de RA.
Duración: En una sesión con un tiempo máximo de una hora.	
Recursos: Celular, computadora, código QR, plataforma Microsoft Teams y encuesta en formulario de Google.	
Actividades	
Apertura	• Presentación con el grupo. • Breve introducción de los conceptos de realidad aumentada, modelos 3D, recursos didácticos tecnológicos y aprendizaje, utilizando lluvia de ideas. • Demostración del recurso didáctico de RA.
Desarrollo	• Se utilizan los códigos QR. • Se explica a los estudiantes el uso del recurso didáctico de RA y estos comienzan a interactuar con sus diferentes temas.
Cierre	• Una vez que el estudiante termine de interactuar con el recurso didáctico, se le pide que llene la encuesta en formulario de Google.
Producto y Tipo de evaluación	• Los estudiantes interactúan con el recurso didáctico de RA y contestan encuesta. • Se les solicita a los estudiantes elaborar un cuadro sinóptico de los temas antes vistos con el recurso didáctico de realidad aumentada. • Autoevaluación.

2.3 Desarrollo

En esta fase se producen los recursos didácticos que se ocuparan en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

El recurso didáctico móvil de realidad aumentada consiste en una aplicación en realidad aumentada para dispositivos móviles. El desarrollo de la aplicación móvil se realizó con el motor de videojuegos multiplataforma Unity, se importaron los modelos 3D, se diseñó la interfaz de la aplicación convirtiendo los modelos en realidad aumentada. En la Figura 3, se programó un submenú, se agregaron botones que contienen los nombres de los diferentes componentes del riñón humano. Cuando el estudiante da clic en cualquiera de estos, la aplicación los manda a otra escena que contiene la descripción de ese componente.

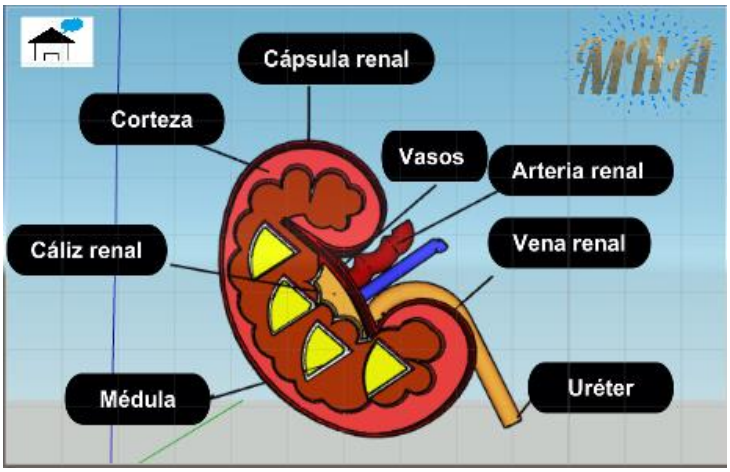


Fig. 3. Submenú Componentes del riñón humano.

En la Figura 4, se visualiza en el recurso didáctico de RA, el funcionamiento del riñón humano por medio de una animación.

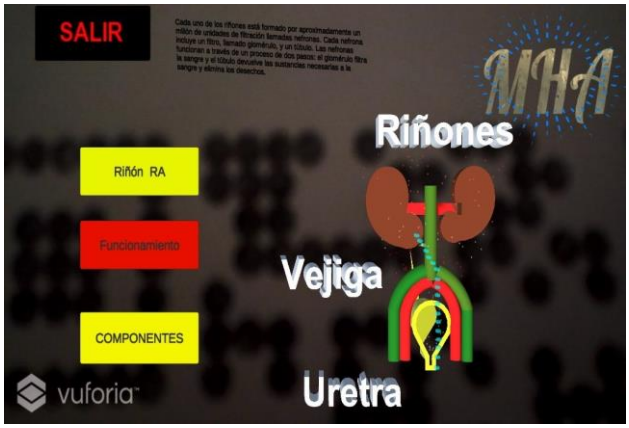


Fig. 4. Funcionamiento del riñón humano con realidad aumentada.

2.4 Implementación

Se instala o entrega el recurso didáctico tecnológico creado en un contexto real y se verifica el logro de los aprendizajes.

Por medio de la plataforma Teams, se presentó el recurso didáctico de RA para el aprendizaje del riñón humano a 25 estudiantes, que cursan el segundo semestre de la Licenciatura en Enfermería, perteneciente al Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Posteriormente se les aplicó una encuesta en formulario de Google. En la Figura 5, se visualiza la demostración del recurso didáctico móvil de RA.

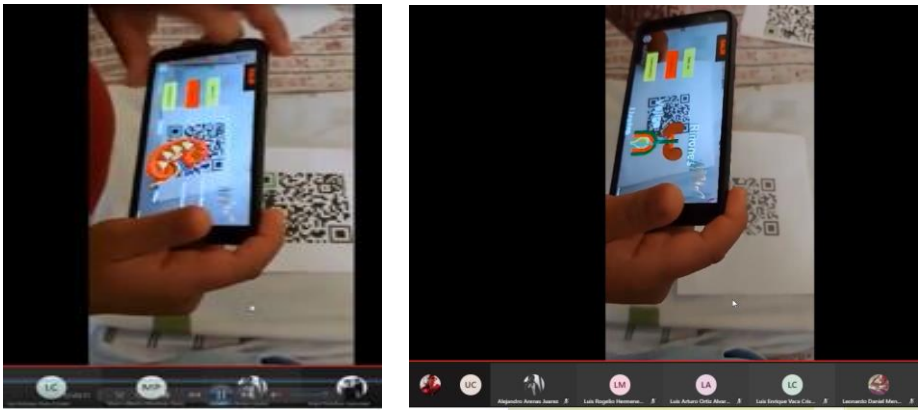


Fig. 5. Utilización del recurso didáctico de RA en un dispositivo móvil.

2.5 Evaluación

Se realiza una evaluación, se interpretan los resultados y se determina que tan efectiva fue la instrucción con apoyo del recurso didáctico desarrollado en las fases anteriores.

Una vez finalizada la demostración del recurso didáctico, se aplicó a los 25 estudiantes una encuesta que contiene diez reactivos. En la Figura 6, se representan las diez respuestas de los 25 estudiantes de la Licenciatura en Enfermería, mediante tabulaciones y gráficos. Se obtuvieron los siguientes resultados: Para la primera pregunta, el 100% de los estudiantes le agrado la aplicación. Para la segunda pregunta, el 100% de los estudiantes encontró interesante la aplicación. Para la tercera pregunta, el 96% de los estudiantes se le facilito usar la aplicación. Para la cuarta pregunta, el 72% de los estudiantes no ha utilizado este tipo de aplicaciones de realidad aumentada y el 28% si ha utilizado una aplicación de realidad aumentada. Para la quinta pregunta, el 100% de los estudiantes le pareció creativa y novedosa la aplicación. Para la sexta pregunta, se observa que el 88% de los estudiantes le resultó fácil aprender este tipo de contenidos con realidad aumentada y solo el 12% no le resultó fácil aprender este tipo de contenidos. Para la séptima pregunta, el 100% de los estudiantes le gustaría que algunas clases integraran este tipo de aplicaciones en sus procesos de enseñanza y aprendizaje. Para la octava pregunta, el 100% de los estudiantes estaría interesado en interactuar más con este tipo de aplicaciones de realidad aumentada. Para la novena pregunta, el 100% de los estudiantes le resulta más fácil enseñar y aprender la identificación y descripción de cada uno de los componentes del riñón. Y para la décima pregunta, el 96% de los estudiantes le resulta fácil enseñar y aprender cómo funciona el riñón.

Fig. 6. Grafica con los resultados de la encuesta.

De acuerdo con los diez reactivos que contestaron los 25 estudiantes de la Licenciatura en Enfermería, el recurso didáctico de RA fue aceptado en un 97% y catalogado como creativo, funcional, interactivo, novedoso, interesante, fácil de utilizar y de aprender significativamente contenidos sobre los temas antes vistos o de cualquier disciplina con este tipo de tecnología.

3 Conclusiones y trabajos futuros

El desarrollo del recurso didáctico móvil de RA, junto con el diseño de una secuencia didáctica virtual para el aprendizaje significativo del riñón humano, sirve de apoyo en las clases de Anatomía y Fisiología, utilizando el modelo de diseño instruccional Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE). Esta aplicación de RA es un recurso didáctico tecnológico, que será de gran utilidad tanto a docentes como a estudiantes en sus procesos de enseñanza y aprendizaje, les ayudará a identificar, conocer y comprender, cada

uno de los componentes, junto con el funcionamiento del riñón humano en 3D; permitiéndoles adquirir conocimientos de su profesión de forma rápida y fácil.

Este trabajo cumplió con su objetivo propuesto y se logró demostrar el recurso didáctico de forma virtual en el Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Al término de la demostración y explicación del recurso de RA, se aplicaron encuestas de diez reactivos a los 25 estudiantes que se encontraban conectados en Teams, se llegó a la conclusión que el recurso didáctico de RA fue bien aceptado por los estudiantes de la Licenciatura en Enfermería, calificándolo como creativo, atractivo, funcional, interactivo, novedoso, interesante, fácil de utilizar y de aprender contenidos sobre los temas antes vistos o de diferentes disciplinas; logrando que estudiantes y docentes lo puedan utilizar como apoyo en su enseñanza y aprendizaje. Así mismo este recurso puede ser utilizado por los estudiantes de medicina, para ampliar o repasar los conocimientos ya adquiridos anteriormente.

Se observó que los estudiantes reaccionaron con mucho interés y entusiasmo al interactuar con este tipo de tecnología, como lo es la realidad aumentada como apoyo en los procesos de enseñanza y aprendizaje de forma significativa, ya que relacionaron sus conocimientos anteriores con la utilización del recurso didáctico para comprender, repasar o retroalimentar el contenido ya existente. Los estudiantes comentaron que les gustaría utilizar este tipo de recursos didácticos tecnológicos más seguido, porque mantienen su atención e interés visual en ubicar y conocer cada uno de los componentes del riñón junto con su descripción y su funcionamiento.

Estos recursos didácticos permiten procesos de aprendizaje autónomos en los que se consolidan los principios del "aprender a aprender", siendo el estudiante partícipe directo o guía de su propia formación.

El uso y desarrollo de recursos didácticos, coadyuvará al proceso de enseñanza y aprendizaje tanto de docentes como de estudiantes.

Por último, las mejoras que se puedan realizar al recurso didáctico de RA son las siguientes: el estudiante o el docente al momento de enfocar la cámara en una parte específica del cuerpo de otra persona, debe mostrar el modelo del órgano 3D, otro punto importante es que

el estudiante o el docente puedan interactuar más con la RA, pero sin utilizar los códigos QR. Los estudiantes comentaron que al recurso didáctico de RA se le pueden agregar más apartados, sobre todo lo relacionado con la importancia, prevención de enfermedades y cuidados del riñón.

Referencias

Ausubel, D. P. (1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México: Trillas.

Cabero, J., Barroso, J., y Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. Revista de Docencia Universitaria (REDU), Vol. 17(1), pp. 105-118. https://www.researchgate.net/publication/334130509_La_realidad_aumentada_en_la_ensenanza_universitaria

Cerón, C.; Archundia, E.; Cervantes, A. y Cervantes, D. (2020). Aplicación móvil para el aprendizaje de la Biología Celular con Realidad Aumentada. Revista EDUCATECONCIENCIA, Vol. 26, No. 27. http://tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revistaeducate/article/view/34/14

Conde, C. (2006). Guía Pedagógica. Pedagogía: Todo sobre pedagogía y educación.

CURISCOPE. (2021). Bring Learning to Life. https://www.curiscope.com/

Diccionario de Medicina de Mosby. (1995). Barcelona, España: Océano. pp. 854−1319.

EcuRed: Conocimiento con todos y para todos. (S/F). Aprendizaje. https://www.ecured.cu/Aprendizaje

EcuRed: Conocimiento con todos y para todos. (S/F). SketchUp. https://www.ecured.cu/SketchUp

Equipo Pedagógico de Campuseducacion.com (2018). Modelo, Método, Metodología. ¿Qué terminología emplear? Blog de Campuseducacion.com. https://www.campuseducacion.com/blog/recursos/articulos-campuseducacion/modelo-metodo-metodologia-terminologia-emplear/

Guzmán López, S. y Elizondo Omaña, R. (2015). Anatomía humana en casos clínicos (3rd ed.). Medica Panamericana.

InspiraTICs. (2018). Página Oficial inspiraTICs. RECURSOS EDUCATIVOS: REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA PARA TTRABAJAR EL CUERPO HUMANO. https://inspiratics.org/es/recursos-educativos/recursos/realidad-virtual-y-realidad-aumentada-para-trabajar-el-cuerpo-humano/

Pimienta, J. (2012). Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias. México: Pearson Educación. http://prepajocotepec.sems.udg.mx/sites/default/files/estrategias_pimiento_0.pdf

Rodríguez, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Ponencia presentada en la First Intenational Conference on Concept Mapping. Pamplona, pp. 535-544.

Rodríguez Palmero, M. (2008). La teoría del aprendizaje significativo, en Rodríguez Palmero, M. (org.): La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva. Barcelona: Octaedro, pp. 7-45.

Sánchez, J., García C., Juárez Y. y Sánchez S. (2018). Tecnologías y Aprendizaje: Investigación y Practica, en Prieto M., Pech S. y Francesa A. (eds), *Diseño Instruccional ADDIE como Metodología Pedagógica para la enseñanza-aprendizaje a través de Realidad Aumentada* (pp. 491-499), Ciudad Real, España: CIATA.org-UCLM.

Solano, C., Casas, J. y Guevara, J. (2015). Aplicación móvil de realidad aumentada para la enseñanza de la clasificación de los seres vivos a niños de tercer grado. Ingeniería. Vol. 20, No. 1, pp. 79-93. https://www.redalyc.org/pdf/4988/498850180006.pdf

Tortora, G. y Derrickson, B. (2006). Principios de anatomía y fisiología. Médica Panamericana, pp. 1022–1025.

Trimble. (2021). SketchUp. https://www.sketchup.com/es

Unity Technologies (2021). The leading platform for creating interactive. Realtime content. https://unity.com/es

Vargas, G. (2017). Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza aprendizaje. Revista Cuadernos, Vol. 58(1), pp. 68-74. http://www.scielo.org.bo/pdf/chc/v58n1/v58n1_a11.pdf

Vuforia. (2021). Vuforia engine developer portal. https://developer.vuforia.com/

Weebly. (2017). Realidad Aumentada. http://wwwavancesdelcelular.weebly.com

SECCIÓN 5
Formas de evaluación del aprendizaje

El enfoque UFE como alternativa a la evaluación de programas de movilidad internacional

Vivian del C. Cuevas Caballero[1],
Josefina Guerrero García[2] y Ricardo Villegas Tovar[3]

[1] Facultad de Ciencias de la Electrónica.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
viviandelcarmen.cuevascaballero@viep.com.mx
[2] Facultad de Ciencias de la Computación.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
josefina.guerrero@correo.buap.mx
[3] Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
ricardo.villegas@correo.buap.mx

Resumen. En los diversos sistemas educativos del mundo, los procesos de internacionalización forman parte de las estrategias que se han abordado en las últimas décadas por parte de las Instituciones de Educación Superior (IES), siendo los programas de movilidad estudiantil de las acciones más promovidas. Sin embargo, al momento de evaluar los impactos de dichos programas, la ausencia de un proceso de evaluación integral, que vaya más allá de reportar indicadores relacionados con el número de participantes y el ejercicio presupuestario constituye un área de oportunidad. La presente investigación brinda una propuesta de plan de evaluación, adaptando las directrices del enfoque denominado como "Evaluación centrada en el uso" o UFE por sus siglas en inglés (Utilization Focused Evaluation), con el fin de determinar el impacto de un programa de movilidad estudiantil en términos de eficiencia presupuestaria, inclusión en el proceso y fortalecimiento a las competencias en el perfil de egreso.

Palabras clave: Evaluación, movilidad estudiantil, internacionalización.

1 Introducción

Conceptualizando la internacionalización de la educación superior

Las Universidades representan por excelencia los espacios idóneos para contribuir a la formación de los individuos desde una perspectiva integral. Entre las habilidades que dichas Instituciones buscan fortalecer, se encuentran las establecidas tanto dentro de sus visiones y misiones, como en los perfiles de egreso. Entre algunos de los aspectos de estos perfiles, que las Universidades buscan mayoritariamente contribuir con la formación universitaria -independientemente del programa educativo del que se trate- se encuentran: La adquisición de un segundo o tercer idioma, el

razonamiento matemático, el pensamiento crítico, la autonomía, la facilidad de comunicación, la visión global y local para la resolución de problemas, el uso eficiente de recursos tecnológicos en el ejercicio profesional y la capacidad para trabajar en ambientes interculturales de una forma efectiva y colaborativa, entre otros.

De todas estas capacidades, uno de los principales aspectos que se busca incentivar en su desarrollo se encuentra la llamada competencia intercultural, entendiendo la misma como aquella habilidad de un individuo para conocerse a sí mismo, comunicarse y desarrollarse en ambientes multiculturales por un lado y por el otro, reconocer, comprender y aceptar en otros ciudadanos aspectos culturales como identidades, valores, creencias y comportamientos (Chen y Starosta, 1997, Deardorff, 2004). Por supuesto, para poder apoyar al desarrollo de la misma, las Universidades gestionan diversas acciones más allá de su función sustantiva que es la de transferir el conocimiento, como es insertar la dimensión internacional al interior, a efectos de incentivar el prestigio, la diversidad, la comprensión intercultural y la competitividad (Knight, 1993).

De manera general, en México toda aquella Institución de Educación Superior (IES) que desee ser considerada como de calidad, debe cumplir con diversos parámetros, que vayan más allá de impartir conocimiento a través de la docencia. Bajo esa premisa, cuando se habla de la mejora continua y de lograr esa educación de calidad, el aspecto evaluativo juega un rol importante, pues permite a la IES realizar un juicio de valor en relación con ciertos parámetros que sean considerados de forma estandarizada como ideales a alcanzar. La evaluación de la internacionalización y en particular, de los impactos de los programas de movilidad estudiantil surge como uno de los aspectos importantes a considerar, dado el hecho de que estos programas constituyen una de las principales actividades de internacionalización por parte de las Instituciones mexicanas (Gácel-Ávila, 2000), lo que se traduce en que buena parte del presupuesto destinado se enfoca en enviar estudiantes. A pesar de esto, esta actividad es poco monitoreada en términos de impactos logrados, más allá de las estadísticas que puedan generarse. Como se observará posteriormente, los criterios para la evaluación de la

internacionalización carecen de un cierto consenso, no solamente en México, sino en el mundo, esto aunado al hecho de que cuando se trata de Instituciones mexicanas con matrículas menores a diez mil estudiantes, una de las áreas de oportunidad a destacar es la ausencia de un proceso evaluativo integral que permita analizar cuáles han sido los impactos que los programas de movilidad están teniendo en los estudiantes, particularmente en términos de si a través de los mismos, se contribuye al logro de las competencias establecidas en sus perfiles de egreso.

La presente investigación tiene por lo tanto como objetivo el plantear una propuesta que les sea de utilidad a las Instituciones para evaluar los impactos de dichos programas de movilidad. En particular si los impactos de los mismos se reflejan en ciudadanos interculturalmente más competentes y si se está cumpliendo con algunas de las habilidades planteadas en los perfiles de egreso. Esta propuesta fue elaborada tomando en cuenta una adaptación (ver figura 1) de las directrices del enfoque evaluativo propuesto por Patton (2008) denominado como "Evaluación centrada en el uso" o UFE por sus siglas en inglés (*Utilization Focused Evaluation*), basada en las premisas de utilidad, uso en contextos reales y que todo lo que se haga al interior del programa a evaluar de principio a fin, afectará el uso. Así mismo, en este tipo de enfoque, lo que se busca es que los usuarios previstos entiendan el proceso, por lo que el trabajo del evaluador no es tomar decisiones de manera independientemente, sino facilitar la toma de decisiones entre las personas que utilizarán los resultados de la evaluación (Russ-Eft y Preskill, 2009).

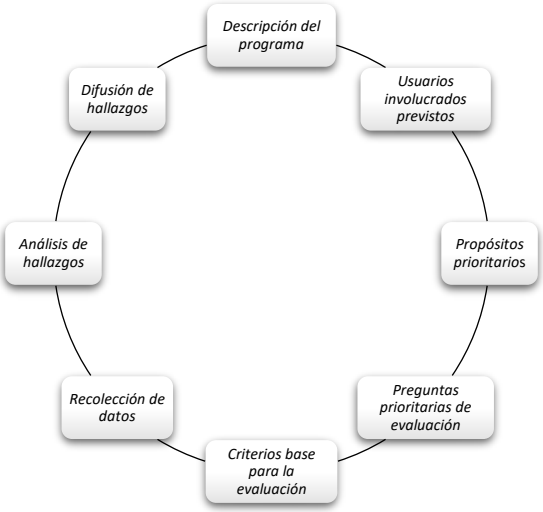


Fig. 1. Adaptación del enfoque UFE

2 Revisión de literatura

En el contexto de evaluación o *assesment* de programas de movilidad estudiantil o *study abroad programs* existen diferentes enfoques bajo los cuales los procesos evaluativos pueden llevarse a cabo, algunas investigaciones se han decantado por seguir la perspectiva cuantitativa, por ejemplo ligando el éxito de un programa de movilidad a calificaciones altas (Woolf en EAIE, 2009), aplicando inventarios y escalas para medir los impactos en términos de aprendizaje intercultural (Hammer et al., 2003) o estableciendo una serie de indicadores basados en porcentajes, números o proporciones (EAIE, 2009). Otros estudios han abordado la implementación de instrumentos de corte más cualitativo, tales como entrevistas a profundidad, grupos de enfoque o *focus groups*, análisis de contenidos, entre otros (Deardorff, 2006). Con el fin de poder explorar cómo se abordan los procesos de evaluación en los programas de movilidad estudiantil, se realizó una breve revisión de literatura. Dicha revisión implicó una búsqueda genérica de estudios, a través de las bases de datos Scopus, ERIC y Semantic Scholar, utilizando para ambas los descriptores *utilization focus evaluation in study abroad* y *outcomes focused evaluation in study abroad*. De los resultados encontrados, se realizó una selección de seis artículos,

considerando como criterios de inclusión que los estudios fuesen publicados como artículos de revistas científicas y/o disertaciones, que no tuviesen antigüedad mayor a 5 años y que estuviesen contextualizados en educación superior. Así mismo, se consultaron documentos de 2 de los principales organismos en México que se encargan de la evaluación o acreditación de la educación superior, buscando particularmente sus aportaciones en materia de evaluación de programas de movilidad estudiantil e internacionalización en general.

2.1 La evaluación de la internacionalización y la movilidad estudiantil en el mundo

Es importante recalcar el hecho de que, si bien no existe un consenso estandarizado sobre lo que implicaría evaluar y medir la internacionalización de la educación superior, se han ido realizando algunas iniciativas. A nivel global, conforme a Gao (2019) uno de los principales instrumentos creados a nivel mundial para medir esta internacionalización es el *Internationalization Quality Review Process* o IQRP , creado en el año 1999, por parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el cual es una herramienta de autoevaluación que sirve de apoyo para que las Instituciones puedan revisar sus metas y evaluar el impacto de sus estrategias, viendo las acciones de internacionalización como parte clave de su sistema general de aseguramiento de la calidad. Por supuesto, no se pueden dejar de lado los denominados rankings universitarios, regularmente coordinados por casas acreditadoras u organismos internacionales, cuyo objetivo es el de jerarquizar a las Instituciones por su reputación obtenida a través de sus avances en materia de investigación y publicaciones, patentes, premios y reconocimientos, claustro docente laureado, egresados destacados, entre otros rubros (Cheol Shin et al., 2011). Entre los principales rankings de hoy en día se encuentran el de *QS World Rankings*, *Times Higher Education y Shanghai University Rankings*. A nivel país algunas naciones también han ido avanzando al respecto. Por ejemplo, en el caso de Estados Unidos pueden verse algunas escalas e instrumentos en el compendio realizado por la Universidad Estatal de Michigan (Roy et al, 2014) y la guía para la evaluación de la

educación internacional publicada por el *Education Abroad Forum* (Bolen, 2007). De igual forma, en otros países como Holanda, Alemania, Reino Unidos, China y Japón, a través de sus agencias de educación internacional han ido creando instrumentos para medir la internacionalización de sus Instituciones. De forma adicional, diversas Universidades por su parte han buscado el poder evaluar sus impactos, a través de la creación de sus propias estrategias evaluativas, más allá de la que organismos como la OCDE puedan brindar. La Tabla 1 presenta algunas investigaciones realizadas en el contexto de estrategias seguidas por algunas IES que evaluaron los impactos de los programas de movilidad, ya sea en términos de competencia intercultural, aprendizaje de otros idiomas o nuevos conocimientos y desarrollo de habilidades.

Tabla 1. Evaluación de los impactos de acciones de internalización

Autores /País	**Estudio**	**Elementos/ impactos evaluados**	**Método de recolección de datos**
İlerten F. y Efeoğlu G. (2021). Turquía	Utilization Focused Evaluation of an ELT Prep Program: A Longitudinal Approach.	Evaluar el impacto de un programa de preparación de entrenamiento en inglés (ELT Prep program) previo a realizar movilidad, en términos de su perfeccionamiento en las habilidades para escribir, hablar y escuchar, así como en el vocabulario académico y la motivación personal.	Entrevistas, resultados de exámenes de inglés de la prueba d Cambridge Advanced English (CAE), a manera de pre y post tests. Técnica de análisis FD (Fortalezas y Debilidades).
Gómez Parra et al. (2021). España	Factores clave para la evaluación del impacto de los programas bilingües: empleabilidad, movilidad y conciencia cultural.	Evaluar el impacto en estudiantes egresados de los programas de educación bilingüe de una Universidad, en términos de empleabilidad, movilidad y conciencia intercultural.	Aplicación de una encuesta a una muestra amplia de participantes, seguida de un análisis estadístico.
Nerlich, S. (2020). Australia	Outcomes-focused evaluation of study abroad experiences.	Evaluar el impacto de los programas de movilidad en términos de favorecer la empleabilidad tras graduarse los estudiantes, en contraste con aquellos que no viven una experiencia de movilidad.	Revisión de bases de datos nacionales sobre egresados.

Chaves e Silva C. (2018). Estados Unidos.	Utilizing a Learning Management System to Support Access to Study Abroad: A Program Evaluation at the University of Denver.	Evaluar a través de la metodología UFE el uso de un sistema de gestión de aprendizaje para los programas de movilidad de una Universidad norteamericana, en términos de utilidad y propiciar el acceso a programas, por parte de estudiantes de grupos minoritarios.	Análisis documental, revisión de indicadores, entrevistas individuales y a través de grupos de enfoque o *focus groups*.
Cots J. et al. (2016). España.	Studying the impact of academic mobility on intercultural competence: A mixed-methods perspective.	Analizar el impacto de los programas de movilidad en términos de contribuir al desarrollo de la competencia intercultural.	Cuestionarios pre y post estancia a una muestra de 110 estudiantes, así como 2 ensayos auto reflexivos por parte de un estudiante. Los cuestionarios se realizaron tomando en cuenta escalas para medir la competencia bajo las 3 dimensiones: Cognitiva, emocional y actitudinal.

2.2 La evaluación de la internacionalización en México

Conforme a García y Hervas (2020), si bien en México no se puede hablar de un sistema integral de evaluación, el aseguramiento de la calidad de la educación superior ha ido tomando una relevancia significativa, en las últimas cinco décadas. Sin adentrarse hacia una genealogía de las agencias acreditadoras o evaluadores para el caso de México, es importante mencionar que, aunque hoy en día aún no existe en el país una agencia exclusiva que se dedique a analizar los esfuerzos en materia de acciones de internacionalización de las Universidades, algunos organismos han empezado a considerarla. Por ejemplo, a partir de los años noventa se dio la creación de instancias y organismos acreditadores como los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, mejor conocidos como CIEES (Buendía, 2013). Estos organismos han incluido a la

internacionalización como un componente voluntario dentro del proceso de evaluación que realizan, sujetándose a evaluación sólo cuando es solicitado por la IES respectivamente. Así mismo, dentro del proceso evaluativo que siguen los CIEES existe un módulo específicamente diseñado para medir la internacionalización de la IES denominado como módulo E, el cual contiene 8 rubros, que son presentados a continuación en la Tabla 2 y que a su vez se distribuye en diversos indicadores (CIEES, 2018).

Tabla 2. Rubros para evaluar la internacionalización conforme a CIEES.

77. Intercambio académico internacional.
78. Organización de la internacionalización
79. Internacionalización de la docencia (incluye la movilidad de alumnos)
80. Internacionalización de la investigación
81. Internacionalización de la extensión
82. Programa de internacionalización en casa
83. Internacionalización en el área directiva y administrativa
84. Sistema de indicadores de internacionalización

De forma adicional, otro de los organismos que considera a la internacionalización como una de las funciones cruciales en la gestión institucional es la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior o ANUIES, creada en 1950, la cual ha lanzado diversas iniciativas relacionadas con dicho proceso, entre las que destacan capacitaciones para la profesionalización de las oficinas internacionales, encuentros anuales de cooperación académica, vinculaciones con otras asociaciones universitarias en el mundo para promover la colaboración interinstitucional. Así mismo, desde el año 2011, mediante la colaboración con la Secretaría de Educación Pública (SEP) y el apoyo de investigadores de diferentes Instituciones educativas en el país, la ANUIES ha creado la iniciativa PATLANI, una encuesta de carácter bianual y voluntario que consolida los números y experiencias de movilidad tanto de los estudiantes mexicanos que van al exterior, como los extranjeros que vienen (Maldonado et al., 2017). Esta encuesta resulta de gran utilidad, desde la perspectiva que sirve como un sistema de información sobre programas de movilidad. A poco más de una década de la creación del grupo de trabajo e investigación, se han logrado publicar 5 reportes.

Las metodologías de evaluación planteadas por CIEES y ANUIES presentan dos retos a superar. El primero está relacionado con el carácter voluntario de estas evaluaciones, en el caso de los CIEES, el componente de internacionalización únicamente aplica si la IES a evaluar lo solicita y para el caso de la encuesta PATLANI aplica el mismo criterio, pues la encuesta es llenada de forma voluntaria. El segundo reto tiene que ver con el hecho de que ambos medios de evaluación de la internacionalización se enfocan en obtener indicadores mayoritariamente cuantitativos. Como respuesta a esto, se plantea un plan de evaluación que contemple aspectos más allá de los reportados en términos de indicadores numéricos y considere el grado de inclusión que se sigue en los procesos de selección, la aportación que hacen las experiencias de movilidad al fortalecimiento del perfil de egreso e incluso el potencial mejoramiento en la empleabilidad de los egresados que fueron participantes.

3 Metodología

Tomando en cuenta la visión colaborativa y las directrices del enfoque UFE, así como los objetivos planteados en los programas de movilidad por parte de las Instituciones, se realizó una adaptación de la metodología UFE con el fin de elaborar una propuesta constituida por los siguientes pasos:

Paso uno: Identificar y describir el programa e avaluar. Entre uno de los primeros aspectos a considerar se encuentra el realizar una hoja descriptiva del programa, esto permitirá a los involucrados en el proceso de evaluación el contar con un panorama general del mismo y conocer el contexto institucional. En ese sentido, se propone que dicha hoja contenga por lo menos, los siguientes componentes:

- Nombre del programa
- Metas del programa o resultados esperados; así como el (los) problema (s) o problema (s) destinados a abordar
- Historial del programa: Tiempo que ha estado en funcionamiento; cambios significativos en el alcance o los objetivos, si los hubiera; cambios importantes en el programa o en la estructura y organización; incluya una descripción de la instalación o sitio (s) donde se coordina el programa.
- Actividades del programa

- Descripción general del personal involucrado en el programa: Incluyendo formación o formación profesional de los mismos.
- Descripción general del perfil de participación del programa: Número de participantes; aspectos demográficos relevantes; proceso de selección, si lo hubiera.
- Presupuesto del programa y fuentes de financiamiento: Si la IES no puede brindar información financiera exacta, brindar una cifra general y una estimación de la proporción basada en tipos de financiamiento.

Paso dos: *Identificar, organizar e involucrar a los principales usuarios involucrados previstos.* Este paso implica establecer los usuarios involucrados o s*takeholders*, los cuales tienen alguna injerencia en el proceso evaluativo. Tomando en cuenta los principales usuarios previstos dentro de la gestión de programas de movilidad se plantean los siguientes usuarios, categorizados por orden de involucramiento en el proceso de toma de decisiones:

Tabla 3. Tipo de usuario involucrado o *stakeholder* (SH)

SH-1	Autoridades directivas de la IES
SH-2	Personal de staff o voluntario de la oficina encargada del programa
SH-3	Estudiantes participantes en el programa (domésticos o internacionales)
SH-4	Egresados que hayan participado con anterioridad en el programa
SH-5	Profesores involucrados en el programa (como tutores o asesores)
SH-6	Estudiantes domésticos no participantes
SH-7	Familiares directos de estudiantes participantes
SH-8	Empleadores

*Paso tres: Establecer los propósitos prioritario*s. Tras delimitar los usuarios involucrados, es importante analizar la situación conjuntamente con los principales usuarios previstos sobre cuáles son los intereses y propósitos prioritarios a los que debe obedecer el programa. De forma general, se presentan, algunas sugerencias de propósitos:

- Si el programa está siendo eficiente en términos de objetivos cumplidos y ejercicio presupuestario.
- Si las capacidades, habilidades y conocimientos establecidos como parte del perfil del egresado se están fortaleciendo de alguna manera al participar en el programa de movilidad.
- Si el programa de movilidad contempla un proceso de selección incluyente.
- Si el plan de estudios es adecuado en términos de conocimientos previos a la movilidad, para brindar una experiencia de movilidad adecuada en los estudiantes.

- Si la existencia de un programa de movilidad brinda una percepción de institución de calidad con visión internacional ante los miembros de la comunidad.

Paso cuatro: Crear las preguntas prioritarias de evaluación. Considerando los usuarios involucrados se plantean cuatro preguntas basadas en el uso y utilidad de los programas de movilidad, con un fuerte énfasis hacia la mejora de las habilidades profesionales de los estudiantes. Dichas preguntas son:

1. ¿En qué medida las habilidades y los conocimientos adquiridos a través de los programas de movilidad preparan a los participantes para que se vuelvan culturalmente competentes?
2. ¿En qué medida la participación en un programa de movilidad internacional mejora las habilidades profesionales del estudiante para un mejor desempeño laboral?
3. ¿Hasta qué punto el programa de movilidad está siendo incluyente en su proceso de selección?
4. ¿De qué manera está el programa de movilidad siendo financieramente sostenible?

Paso cinco: Considerar los criterios base para el proceso evaluativo. Para que el enfoque UFE pueda ser aplicado adecuadamente se deben tomar en cuenta los criterios de cumplimiento de metas, es decir, que a las autoridades les debe interesar saber si las metas establecidas se han cumplido para determinar la continuidad del programa o ajustar algunas si es necesario. Y el criterio de objetivo de mejora continua, entendiendo el mismo como un interés en obtener retroalimentación para mejorar el programa y minimizar las brechas observadas. Así mismo, se requiere verificar si la participación en dichos programas está contribuyendo a mejorar algunas de las competencias del perfil de egreso del estudiante, en contraste con aquellos estudiantes que no han participado

Paso seis: Utilizar métodos de recolección de datos apropiados para generar hallazgos creíbles. Teniendo en cuenta las preguntas de evaluación desarrolladas y los grupos de interés involucrados, se determinaron los siguientes métodos de recopilación de datos teniendo en cuenta la disponibilidad de las fuentes de datos y las limitaciones presupuestarias. Debido a que en las Instituciones con matrícula menor a 10,000 estudiantes la gestión de programas de movilidad estudiantil es relativamente nueva, y que las escuelas tienen un presupuesto limitado para las actividades de recolección de datos, siguiendo las recomendaciones de Patton (2008) y Merriam (1998) se proponen tres tipos de métodos de recolección, los cuales no representan un costo significativo y son accesibles para implementar. En este caso, los mismos consisten en la aplicación de

encuestas, las entrevistas individuales o a grupos de enfoque o *focus group* y finalmente, la revisión documental.

Paso siete: Realizar análisis de hallazgos. En esta fase del proceso, es importante que, además de recopilar datos, los mismos se organicen, analicen y presenten para interpretación y uso por parte de los principales usuarios previstos. En esta fase de igual forma se toman en cuenta las recomendaciones de mejora, derivadas de los hallazgos.

Paso ocho: *Difundir los hallazgos.* Uno de los aspectos relevantes del enfoque UFE, es el hecho de que, tras preparar un informe de evaluación, se realice la difusión de los hallazgos significativos a los diferentes usuarios previstos.

4 Hallazgos: Planteamiento de la propuesta

Con base en los ocho pasos planteados durante la metodología, la Tabla 4 presenta la propuesta de plan de evaluación a seguir, considerando cada una de las diferentes preguntas base mencionadas y buscando una aplicabilidad del mismo de manera general en diferentes Instituciones educativas.

Tabla 4. Plan de acción clasificado por tipo de pregunta

Tipo de información que responderá la pregunta	Fuente	Método de recolección	Temporalidad sugerida
Pregunta 1			
Percepciones de cambio mediante un proceso auto reflexivo por parte de los participantes, en relación a: *Competencia intercultural *Dominio de un segundo idioma (si corresponde) *Conocimientos específicos de la cultura en el país anfitrión. Adquisición de nuevos conocimientos o reforzamiento de los previos bajo una nueva perspectiva internacional.	Estudiantes participantes	Revisión documental: Constancia de calificaciones del programa cursado, certificaciones en un segundo idioma. Ensayo reflexivo. Encuesta sobre experiencia de movilidad Entrevista a grupo de enfoque (muestra seleccionada)	Entre 1 a 4 meses posteriores a la movilidad. 1 mes posterior a la movilidad. Una vez al año.
	Egresados ex participantes	*Encuesta sobre experiencia de movilidad	Una vez al año.
Pregunta 2			
Percepciones de los cambios en las habilidades profesionales por parte de los	Egresados ex participantes	Entrevista a grupo de enfoque (muestra seleccionada), puede	Una vez al año.

estudiantes participantes, los graduados participantes y los empleadores de los graduados participantes: *Adquisición de otro idioma. *Razonamiento matemático. *Pensamiento crítico. *Facilidad de comunicación. *Visión glocal para la resolución de problemas. *Uso eficiente de recursos tecnológicos, y *Capacidad trabajar en ambientes interculturales		ser a través de un AST (Análisis de la Situación de Trabajo).	
	Empleadores	Entrevista a grupo de enfoque (muestra seleccionada), puede ser a través de los AST (Análisis de la Situación de Trabajo). Estudio de empleadores	Una vez al año. Una vez al año.
Pregunta 3			
Participación en el programa por parte de estudiantes pertenecientes a grupos minoritarios: origen indígena, hogares de bajos ingresos, estudiantes de primera generación, mujeres y jóvenes con discapacidad.	Oficina coordinadora del programa.	Revisión documental: Constancia de calificaciones del programa cursado, certificaciones en un segundo idioma (si aplicase), expedientes de estudiantes, reportes sobre indicadores, incluyendo la encuesta 911.	Una vez al año.
Pregunta 4			
Eficiencia presupuestaria basada en los siguientes indicadores sugeridos: Costo promedio por estudiante que viaja al extranjero. Categorización del corto promedio por región ¨Porcentaje del presupuesto institucional total que se utiliza para los programas de movilidad. *Porcentaje del presupuesto total que proviene de fondos externos como donantes, asociaciones; o en su caso de recursos de origen estatal, federal o ingresos propios.	Oficina coordinadora del programa. Oficina de asuntos financieros.	Reporte sobre indicadores de ejercicio presupuestario. Grupo de trabajo para revisión del ejercicio presupuestario.	Una vez al año. Procurando la confidencialidad en la información. Se sugiere anualmente llevar a cabo una reunión de trabajo.

5 Reflexiones finales

El plan presentado resulta de relevante importancia para evaluar los programas de movilidad estudiantil, desde la perspectiva de que se busca medir la utilidad real de los mismos, ya sea para detectar áreas de oportunidad y mejorarlas, a programas cuya continuidad sea posible, o en su caso terminar aquellos que no reflejen un beneficio relevante. Aplicando este enfoque se podrá realizar un proceso de evaluación hacia los programas de movilidad de una forma holística, que vaya más allá de indicadores numéricos y que implique un trabajo colaborativo entre los usuarios involucrados. Por supuesto, algo importante a considerar tras implementar este plan de evaluación es su visión de mejora continua. Es así como los impactos encontrados pueden permitir a las Instituciones establecer futuras metas y objetivos más realistas, así como el pensar en acciones que permitan fortalecer los programas de movilidad e incluso hacer frente a circunstancias inesperadas que puedan darse durante la gestión de los mismos, tales como lo es el caso de la actual contingencia sanitaria, que ha reducido considerablemente el flujo de movilidad estudiantil en el mundo. Finalmente, hacer una evaluación mediante el enfoque UFE, si es bien implementada y cuenta con un seguimiento periódico, representa además de una mejora continua, la oportunidad de obtener beneficios adicionales, dada su visión integradora, en la que se involucran diversos usuarios o *stakeholders*. Algunos ejemplos son el contar con una oferta laboral en posiciones que requieran profesionistas que cuenten con experiencia internacional, la posibilidad de realizar proyectos de voluntariado internacional para apoyar al desarrollo comunitario y la oportunidad de tener cuerpos académicos de investigación interinstitucional, derivado de las relaciones establecidas gracias a las conexiones entre estudiantes, entre otros.

Agradecimientos. El presente trabajo de investigación se realizó con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través del otorgamiento de beca al CVU: 535845.

6 Referencias

Bolen, M. C., & Forum on Education Abroad. (2007). A guide to outcomes assessment in education abroad. Carlisle, PA. Forum on Education Abroad.

Buendía, A. (2013) Genealogía de la evaluación y acreditación de instituciones en México. Perfiles educativos, 35, 17-32.

Chaves e Silva, C. (2018). Utilizing a Learning Management System to Support Access to Study Abroad: A Program Evaluation at the University of Denver (Tesis Doctoral). Higher Education: Doctoral Research Projects.

Chen, G. M., & Starosta, W. J. (1997). A review of the concept of intercultural sensitivity. Human Communication. Vol. 1, 1997, 1-16

Cheol Shin, J., Toutkoushian R., Teicher U. (2011), University rankings. Theoretical Basis, Methodology and Impacts on Global Higher Education. Springer. London-New York.

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, CIEES (20189. Metodología para la evaluación y acreditación de programas educativos. [Manual de proceso operativo a partir del 01 de julio de 2018]. Recuperado de: https://www.ciees.edu.mx/normateca/pdf/ejes-categorias-e-indicadores-para-la-acreditacion-de-instituciones-de-educacion-superior-2018.pdf

Cots J.M, Aguilar M., Mas-Alcolea S. y Llanesa A. (2016). Studying the impact of academic mobility on intercultural competence: a mixed-methods perspective. The Language Learning Journal. Vol. 44, No. 3, 304–322.

Deardorff, D. K. (2006). Identification and assessment of intercultural competence as a student outcome of internationalization. Journal of Studies in International Education, 10(3), 241–266.

European Association for International Education. EAIE (2009). Occasional Paper 22. Measuring success in the internationalisation of higher education. Published by EAIE. Editor: De Wit H.

Gacel-Ávila, J. (2000). La dimensión internacional de las Universidades mexicanas (The International Dimension of Mexican Universities). Revista Educación Global. Volumen 6. AMPEI.

Gao C.Y. (2019). Measuring University Internationalization. Indicators across National Contexts. Palgrave Macmillan.

García G.C., Hervás T.M. (2020). Los sistemas de evaluación de la Educación Superior en México y España. Un estudio comparativo. Revista de la educación superior. 49(194), 115-136.

Gómez Parra M. E., Huertas-Abril C. A., & Espejo-Mohedano R. (2021). Factores clave para la evaluación del impacto de los programas bilingües: empleabilidad, movilidad y conciencia cultural. Porta Linguarum Revista Interuniversitaria De Didáctica De Las Lenguas Extranjeras. No. 35. 93-104.

Hammer, M. R., Bennett, M. J., & Wiseman, R. (2003). The Intercultural Development Inventory: A measure of intercultural sensitivity. International Journal of Intercultural Relations, 27, 421-443.

İlerten F., Efeoğlu G. (2021). Utilization Focused Evaluation of an ELT Prep Program: A Longitudinal Approach. Pegem Journal of Education and Instruction. Vol. 11. No. 2, 2021, 27-31

Knight, J. (1993). Internationalization: Management strategies and issues. International Education Magazine. Canadian Bureau for International Education.

Maldonado, A., Bustos-Aguirre, M., Camacho, M., Castiello, S., Rodríguez, A., Cortes, C., e Ibarra, B. (2017). PATLANI: Encuesta mexicana de movilidad internacional estudiantil. 2014/2015 y 2015/2016. México: ANUIES.

Merriam, S. B. (1998) Investigación con estudios de caso en Educación: Una aproximación cualitativa. San Francisco, CA. Jossey-Bass.

Nerlich, S. (2020). Outcomes-focused evaluation of study abroad experiences. Journal of Higher Education Policy and Management, 1–16.

Patton, M.Q. (2008). Utilization-focused evaluation, 4th edition. Thousand Oaks, CA. Sage Pub.

Roy, P., Wandschneider, E., & Steglitz, I. (2014). Assessing Education Abroad Outcomes: A Review of the BEVI, IDI, and GPI. White Paper. East Lansing: Michigan State University Office of Study Abroad.

Russ-Eft, D., & Preskill, H. (2009). Evaluation in organizations: A systematic approach to enhancing learning, performance, and change. (2nd ed.) New York, NY. Basic Book Print.

La evaluación asistida por tecnología en educación superior: Herramientas y posibilidades.

Julián Gerardo Torres Kauffman,
Ivan Olmos Pineda, Juan Manuel González Calleros
Doctorado en Sistemas y Ambientes.
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
México. Av. San Claudio y 18 Sur Edif. FCE1. Cd. Universitaria, 72592, México
{juliangerardo.torreskauffman , ivan.olmos, jm.gonzalezcalleros}@viep.com.mx

Resumen. La evaluación de las habilidades y conocimientos adquiridos por los estudiantes es uno de los aspectos clave del trabajo de los profesores. Por lo general, se logra evaluando y puntuando las respuestas de los estudiantes a través de cuestionarios, exámenes y evidencias. Las evaluaciones son importantes para los profesores y alumnos, ya que les proporcionan información relevante para toma de decisiones en cuanto a la efectividad del proceso enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la evaluación es un proceso monótono, repetitivo y de una inversión considerable de tiempo. La evaluación asistida por la tecnología, que también se conoce como evaluación electrónica (E-Assessment), es el proceso electrónico de evaluación en el que la tecnología de la información y las comunicaciones, se utiliza para la presentación de la actividad de evaluación y el registro de las respuestas. En este contexto, el objetivo de este documento es proporcionar una visión general de las herramientas disponibles de evaluación automática, con la intención de identificar las características de una práctica de evaluación efectiva. Se sintetiza una revisión bibliográfica sobre el uso de la tecnología y oportunidades para desarrollar la evaluación en la educación superior.

Palabras Clave: Evaluación formativa, retroalimentación automática, evaluación electrónica.

1. Introducción

A nivel mundial, la mayoría de las instituciones que implementan evaluaciones tradicionales en forma de exámenes en papel, se enfrentan a la carga que soportan los profesores en términos de la evaluación, organización y registro de calificaciones de los estudiantes. A medida que aumenta el número de estudiantes en las instituciones de educación superior, la logística también se convierte en un problema (Osuji, 2012).

Con la aparición de nuevos entornos de aprendizaje, las prácticas de evaluación deben reinventarse (Baleni, 2015). Además, los avances

tecnológicos están ayudando a la promoción de la evaluación electrónica en la educación superior y los propios estudiantes también parecen estar aceptando y mostrando una postura positiva hacia su uso (Mawhinney, 2013). A pesar de que la tecnología está progresando en términos de su omnipresencia en el sector de la enseñanza superior, la evaluación electrónica dista mucho de haberse explorado completamente (Guàrdia, Crisp y Alsina, 2017).

La evaluación electrónica (e-assessment), según su definición más amplia (JISC, 2007) incluye todo uso de una computadora como parte de cualquier actividad relacionada con la evaluación, ya sea sumativa, formativa o diagnóstica. Así que su alcance incluye la presentación en línea de una tarea para la evaluación por un humano, la evaluación de un portafolio electrónico, retroalimentación entregada por archivos de audio grabados en la computadora y, más comúnmente, los exámenes en línea calificados por computadora.

Jamil et al. (2012), Al-Qdah & Ababneh (2017), Jordan (2013), Bukie (2014), Timmis et al. (2016), mencionan que la evaluación basada en computadora, las pruebas basadas en computadora, la evaluación asistida por computadora, las pruebas asistidas por computadora, las pruebas administradas por computadora, evaluación mejorada por la tecnología, evaluación habilitada por la tecnología, evaluación informatizada, pruebas informatizadas, evaluación basada en la web, examen electrónico, pruebas electrónicas y evaluación en línea, son el conjunto de términos que generalmente se consideran sinónimos de evaluación electrónica dentro de la literatura.

La evaluación electrónica es más rentable (James, 2016), permite pruebas personalizadas y adaptativas (Fluck, Pullen y Harper, 2009), puede alcanzar un mayor número de estudiantes (Jordan, 2009) y se puede aplicar con más frecuencia (Sclater, 2007). Además, permite la automatización de la calificación (Charteris et al. 2015) y el intercambio de preguntas entre los profesores de los bancos de preguntas (Sindre y Vegendla, 2015).

Al mismo tiempo, la evaluación electrónica se enfrenta a los retos que pueden estar relacionados con las infraestructuras tecnológicas disponibles (James, 2016), con una seguridad insuficiente de los exámenes electrónicos (Miguel et al., 2014) a la falta de habilidades digitales (Cano y Ion, 2016), a la dificultad de la evaluación de las preguntas abiertas (Heinrich et al., 2006) y habilidades de pensamiento de orden superior (Fluck, Pullen y Harper, 2009), y a la cuestión de la validez de ciertos tipos evaluación electrónica (Cano y Ion, 2016).

La evaluación debe considerar los objetivos de aprendizaje de los estudiantes y ayudarlos a madurar las habilidades que requerirán a largo plazo, para convertirse en miembros activos de la sociedad (Alruwais, Wills, y Wald, 2018). Algunos de los factores que influyen en el éxito de la evaluación electrónica incluyen autenticidad, coherencia, transparencia, viabilidad y accesibilidad (Appiah y van Tonder, 2018). La eficacia de la evaluación electrónica depende también de que se tenga en cuenta un enfoque multifacético que implica aspectos de naturaleza humana, gerencial, social, tecnológica y colección de datos (Daly et al., 2010).

Las actividades de evaluación electrónica, tanto formativas como sumativas, se pueden desarrollar con la ayuda de un abanico de tecnologías, como sistemas de evaluación electrónica, portafolios electrónicos, cuestionarios en línea, gamificación, herramientas web 2.0 como wikis o blogs. La velocidad a la que evoluciona la evaluación electrónica puede hacer que los profesores se sientan abrumados al tratar de actualizarse con todas las posibilidades existentes (Benson, y Brack, 2010). Las evaluaciones son importantes para los profesores y alumnos, ya que les proporcionan información relevante para la toma de decisiones en cuanto a la efectividad el proceso enseñanza-aprendizaje.

En este contexto, el objetivo de este documento es explorar la tecnología disponible para ayudar al desarrollo de prácticas eficaces de evaluación electrónica, mediante una revisión de literatura relevante sobre el tipo de herramientas y tecnología que están

disponibles para apoyar la implementación de la evaluación en la educación superior, enfatizando sus alcances y limitaciones. La revisión se enfocó en literatura que mencionara de manera explícita herramientas de evaluación electrónica, además de aquellas que contemplaran aspectos claves como: evaluación formativa y retroalimentación automática.

Los descriptores utilizados para realizar la búsqueda de los artículos pertinentes para el análisis fueron: herramientas de evaluación electrónica, evaluación automática de textos, retroalimentación automática. Estos fueron considerados en español e inglés, y la búsqueda se realizó a través de las bases de datos Scopus, Web of Science y el motor de búsqueda de Google Scholar. La literatura sobre evaluación automática es vasta y en la última década aumentó considerablemente. Este campo de investigación es amplio y multidisciplinario, por lo tanto, para los objetivos de este artículo se identificaron las dos perspectivas más utilizadas en el contexto de los proyectos relacionados con la evaluación automática. La intención de esta descripción general, es recorrer estas diferentes comunidades de investigación y construir puentes entre ellas para motivar y enmarcar los estudios posteriores.

A partir de los contenidos que se exploraron, se realizó una depuración de la información, donde se eligieron un total de diez artículos, publicados entre 2009 y 2020 por equipos de investigación y universidades. Algunos corresponden a la perspectiva de la inteligencia artificial (IA), tres de los diez trabajos seleccionados y otros a la de evaluación electrónica (e-assesment).

2. Evaluación electrónica en la educación superior

El uso de la tecnología para apoyar la evaluación permite a los profesores desarrollar y utilizar preguntas derivadas de plantillas, para agregar funciones multimedia a sus tareas, para recurrir a bancos de preguntas, para compartir preguntas y para simplificar el proceso de calificación con automatización (Sindre y Vegendla, 2015). La automatización es particularmente ventajosa porque

aumenta la confiabilidad, ahorra tiempo que el docente puede utilizar para desarrollar otras actividades (Jordan, 2013) y permite retroalimentación a los estudiantes más rápidamente (Charteris et al. 2015).

Por otro lado, existen desafíos para el despliegue de la evaluación electrónica que requieren análisis antes de que los profesores puedan comprometerse plenamente con esta actividad. En primer lugar, es necesario reconocer que las infraestructuras tecnológicas pueden resultar inadecuadas para el desarrollo de la evaluación electrónica y que la falta una conectividad solida puede afectar igualmente su viabilidad (James, 2016). En segundo lugar, no todos los tipos de evaluación se puede aplicar fácilmente a un formato electrónico. Tareas de evaluación que involucran preguntas de tipo ensayo representan una dificultad para los sistemas de clasificación automatizados (Heinrich et al., 2006). En tercer lugar, las habilidades digitales inadecuadas tanto en alumnos como profesores y la necesidad de garantizar la formación pueden suponer un obstáculo (Cano y Ion, 2016). En cuarto lugar, existe una reticencia en cuanto a la capacidad de la evaluación electrónica para evaluar las habilidades de pensamiento de orden superior, la creatividad y solución de problemas (Fluck, Pullen y Harper, 2009). Por último, algunos tipos de evaluación electrónica carecen de validez (Cano y Ion, 2016) y los exámenes electrónicos constituyen problemas de autenticación (Levy y Ramim, 2007).

En el contexto de la educación superior, la evaluación electrónica está alcanzando altas tasas de adopción y niveles de aceptación tanto de los profesores que la desarrollan como de los estudiantes que la completan (Rolim y Isaias, 2019). Para prosperar en la educación superior, la evaluación electrónica requiere paradigmas y metodologías novedosas. Además, es fundamental que la evaluación electrónica vaya más allá del uso de métodos que se basan en la evaluación convencional, como pruebas de opción múltiple y avance en el desarrollo de tareas de evaluación auténticas que promuevan la aplicación del conocimiento a escenarios de trabajo real (Guàrdia, Crisp y Alsina, 2017).

3. Evaluación electrónica: Herramientas y posibilidades

La evaluación electrónica se refiere al "uso de dispositivos digitales para ayudar en la construcción, entrega, almacenamiento o informes de las tareas de evaluación de los estudiantes, respuestas, calificaciones o comentarios" (Crisp, 2011, p. 5). Según Duda y Walter (2012) la evaluación electrónica se centra en "dos tipos de usuarios y tres tipos de procesos. Primero el examinador elabora una evaluación. Luego, el examinado completa la evaluación. Finalmente, se hace una evaluación de los resultados de cada examinado" (p. 467-468).

Básicamente, existen tres tipos de evaluación electrónica: diagnóstica, que proporciona información sobre el conocimiento al inicio del curso; formativa, que ocurre durante el curso y pone a prueba lo que los estudiantes han aprendido y lo que requiere mayor enseñanza; y sumativa, el tipo de evaluación que se toma al final del curso para determinar las calificaciones de los estudiantes (Kuikka, Kitola y Laakso, 2014).

La evaluación electrónica permite el uso de diversas tecnologías y herramientas como Web 2.0 (blogs, wikis), gamificación, y exámenes electrónicos (Sindre y Vegendla, 2015). También incluye los portafolios electrónicos evaluados, evaluación por pares y cuestionarios en línea calificados por computadora (Jordan, 2013). La evaluación electrónica puede abarcar varias actividades como: preguntas cerradas o abiertas, portafolios, debates o productos como prototipos. Se puede utilizar tanto en el aprendizaje en línea como en el mixto (Stödberg 2012). En este documento nos enfocaremos en las herramientas que pueden evaluar de forma automática, como pruebas de opción múltiple, pruebas de respuesta corta, coincidencias, relleno de espacios, elementos correctos-incorrectos, elementos de arrastrar y soltar.

3.1. Sistemas de aprendizaje electrónico

En los últimos años se ha producido un rápido aumento en la demanda de sistemas de LMS´s (Krishnamurthy y O'Connor, 2013). Los sistemas de aprendizaje electrónico también se conocen como sistemas de gestión de aprendizaje (Learning Management systems, LMS), Entornos Virtuales de aprendizaje (Virtual environment systems ,VLE) o Entornos de Aprendizaje con Tecnología Mejorada (Technology-Enhanced Learning Environments, TELE) (Carneiro y Steffens, 2013).

Hay muchos sistemas LMS´s que se desarrollan con éxito ya sea como software de código abierto (Open Source Software, OSS) o software propietario o privativo. La mayor parte del software comercial patentado se ha desarrollado sobre la base de un proceso de software tradicional o de algún tipo de proceso tradicional adaptado a las necesidades locales. Por otra parte, los sistemas de OSS son desarrollados por una comunidad de desarrolladores de ideas afines, que se distribuyen geográficamente, pero trabajan juntos estrechamente en un producto de software específico (Krishnamurthy y O'Connor, 2013). Algunos de los sistemas LMS´s más importantes, ambos de código abierto y propietario se presentan a continuación.

Tabla 7. Algunos ejemplos de LMS educativos comerciales y de código abierto utilizados por las universidades (Rafi, Samsudin y Hanafi, 2015)..

No.	LMS´s Comerciales	LMSs de código abierto
1	Blackboard Learn (Blackboard Inc.)*	ATutor (University of Toronto)*
2	Desire2Learn (D2L) Brightspace *	eFront (Epignosis Ltd.)*
3	Edmodo (Edmodo LLC) *	ILIAS 4 e-Learning*
4	[1]Instructure Canvas (Instructure Inc.) *	Instructure Canvas (Instructure Inc.)*
5	Pearson LearningStudio	Moodle (open source)*
6	Schoology (Schoology, Inc.) *	OpenOLAT*
7	CourseWebs (Case Consulting, LLC)	Sakai*
8	Collaborise Classroom (DemocraSoft)	Chamilo*

9	AdrennaLearn (Adrenna Inc.)	CourseWork (Stanford University)
10	Academic Systems LMS	LMS Global BusinessLMS
11	Destiny One (Destiny Solutions Inc.)	Google Classroom
12	Education Elements HLMS	Metacoon Metastudy
13	eScholar (eScholar LLC)	Open LMS
14	FrogLearn (FrogEducation Ltd.)	EctoLearning (Ecto, LLC)
15	Helix LMS (Helix Education)	Sensei (Woothemes)
16	InYourClass (InYourClass.com)	Uzity (Foradian Technologies)
17	[1]JoomlaLMS (Joomla LMS)	JoomlaLMS (JoomlaLMS)
18	Krawler LMS (Krawler Networks)	OpenSWAD
19	McGraw-Hill Connect Whiteboard	Courseware System
20	Top Scholar (Top Scholar)	WeBWorK

* LMS´s líder y popular

[1] En el caso de Instructure Canvas y JoomlaLMS, existen ambas versiones.

3.2. Sistemas de evaluación electrónica

Los sistemas de evaluación electrónica pueden tener una variedad de formas. Se pueden integrar en un Sistema de Gestión del Aprendizaje (LMS), o puede ser un sistema independiente. No importa el tipo de sistemas que se elija, lo conveniente es que los profesores utilicen criterios definidos para seleccionar el sistema que se va a implementar para la evaluación electrónica. Isaias, Miranda y Pífano, (2017) propusieron un marco compuesto por ocho criterios principales para orientar el análisis y la comparación de estos sistemas: variedad de opciones de diseño, escalabilidad, seguridad, acceso y usabilidad, características de retroalimentación, personalización, costo e interoperabilidad.

Los LMS´s, a pesar de no estar diseñados para exámenes electrónicos, tienen funcionalidades que se pueden utilizar para la evaluación (Kuikka, Kitola y Laakso, 2014). El uso de un entorno virtual de aprendizaje (VLE) para la evaluación presenta muchos beneficios como: estar respaldado y desarrollado en servidores seguros y tanto el personal como los alumnos se sienten cómodos con su uso. Por otro lado, existen preocupaciones en cuanto a su confiabilidad y robustez, ya que se accede a ellos simultáneamente desde diferentes lugares y por un gran número de alumnos (JISC, 2006).

Las principales características de un sistema de evaluación electrónica son: seguimiento del progreso de los estudiantes a través de evaluaciones frecuentes, retroalimentación inmediata, calificación automática, cálculo del promedio ponderado, aplicación de una variedad de tipos de preguntas interactivas, promover un aprendizaje flexible y adaptativo, personalización de cuestionarios, seguimiento de la calidad de las preguntas utilizando análisis estadístico, reducir la posibilidad de hacer trampa mediante preguntas aleatorias junto con temporizadores y compartir preguntas a través de bancos de preguntas (Bull y Mckenna, 2004) ; (Sitthiworachart et al., 2008); (Tselonis y Sargeant, 2007).

Hay algunas herramientas interesantes disponibles para la evaluación electrónica en la educación en línea. (Crisp, 2007). Se pueden señalar algunas como: ExamOnline (Intelligent Assessment Technologies Limited, 2011), TOIA (TOIA, 2007), Moodle Quizzes (Moodle, 2013),

Turnitin (IParadigms, LLC., 2013), Hot Potatoes (Hot Potatoes, 2013) and Maple T.A.(Maplesoft, 2013).

Sin embargo, la mayoría de ellos se basan en la evaluación de conocimientos más que en la evaluación de habilidades. Una de las razones es que la mayoría de las herramientas admiten preguntas de tipo simple como opción múltiple, completar los espacios en blanco y verdadero / falso. (Marriott, 2009). Por otro lado, las habilidades cognitivas y la aplicación de métodos no se pueden evaluar a través de pruebas de opción múltiple y formas equivalentes de elementos de evaluación básicos (Gruttmann et al., 2008). Por lo tanto, es necesario proporcionar un tipo más complejo de actividades de evaluación, especialmente cuando se trata de la evaluación de habilidades de orden superior.

Actualmente, existe una gran muestra de herramientas utilizadas para el aprendizaje de habilidades en orden superior. Muchos de ellos se pueden clasificar como Sistemas Tutores Inteligentes (Intelligent Tutoring System, ITS) para el aprendizaje, pero no son sistemas de evaluación electrónica. Las principales características de un ITS para el aprendizaje, es que brindan asistencia personalizada y retroalimentación a los estudiantes simulando la presencia de un e-tutor o asistente de aprendizaje (Huertas, 2011). Los ITS facilitan el aprendizaje de habilidades a través de la interactividad al monitorear cada paso realizado por los estudiantes en un ejercicio y proporcionan alguna orientación, como mensajes de error y realimentación.

Integrando las capacidades de la evaluación como la personalización y evaluación adaptativa, es posible mejorar un ITS en una herramienta de evaluación de habilidades para ofrecer elementos de preguntas dinámicas e interactivos.

3.3. Otros sistemas de evaluación electrónica

Los sistemas que se han desarrollado específicamente para la evaluación electrónica, a pesar de ser más complejos y que requieren más personal y esfuerzos de configuración, son robustos y algunos se enfocan exclusivamente en la evaluación automática de contenido escrito, el cual se puede clasificar en tres grandes categorías: lenguaje natural (p. ej. respuestas cortas y ensayos), texto

estructurado (p. ej. matemáticas y códigos fuente) y discurso (p. ej. diálogos). Este tipo de sistemas de evaluación son los que se investigan desde la perspectiva de la inteligencia artificial y a este campo en la literatura se le conoce como: evaluación automática de respuesta corta (automatic short answer grading, ASAG). (Burrows et al., 2015).

La investigación en la evaluación de respuestas de lenguaje natural con métodos computacionales tiene una historia que se remonta a los primeros trabajos de Page (1966). Desde entonces, la evaluación automática de las respuestas del lenguaje natural se ha convertido en un campo de estudio muy amplio. Además, las técnicas se han ramificado dependiendo del tipo de pregunta, como respuestas cortas versus ensayos.

La tecnología de interés todavía está sujeta a cuestiones de investigación abiertas. De hecho, algunas de las ventajas mencionadas no vienen sin problemas. Por ejemplo, el trabajo necesario para crear una solución automatizada a menudo requiere mucho tiempo de desarrollo (Williamson et al. 2012). Algunas investigaciones y opciones comerciales se proponen para descubrir una mejor solución para calificar las preguntas abiertas automáticamente. El Servicio de Pruebas Educativas (Educational Testing Service, ETS) es uno de los actores más importantes en el campo de evaluación automática. Su sitio web contiene una tipología de su investigación en puntuación automatizada y procesamiento del lenguaje natural, que incluye contenido escrito (es decir, respuestas cortas), calidad de la escritura (es decir, ensayos), matemáticas y análisis de diálogos. Una de las desventajas de utilizar un software de evaluación comercial es que puede resultar difícil adaptar el sistema a las evaluaciones requeridas (Sivakumaran et al., 2011).

Burrows et al. (2015) realizaron un análisis histórico a través de investigaciones en ASAG, dónde revisaron 35 sistemas ASAG e indicaron cómo la investigación se ha desarrollado desde 1996. Determinaron cinco temas temporales a lo largo de las investigaciones, que son la era del mapeo de conceptos, la era de la extracción de información, la era de los métodos basados en el

corpus, la era del aprendizaje automático y la era de evaluación. Las cuatro primeras "eras" comprenden metodologías propias de la inteligencia artificial, la era de la evaluación no está relacionada con un método: utilizan corpus compartidos, también concursos y foros de evaluación entre grupos de investigación de todo el mundo sobre un problema particular por dinero o prestigio.

4. Discusión

Las evaluaciones electrónicas se han utilizado tradicionalmente para tareas que se centran en probar la adquisición de conocimientos declarativos (o saber "qué"). Tales tareas requieren que el estudiante seleccione una respuesta predeterminada basada en la memoria de hechos como, por ejemplo, los tipos de preguntas de opción múltiple y sus diferentes variaciones (Bruyn et al., 2011).

Estas preguntas han sido populares porque son rápidas de escribir y se construyen fácilmente en sistemas comunes de gestión del aprendizaje (LMS) utilizados principalmente en centros de enseñanza superior. Sin embargo, las habilidades cognitivas donde los estudiantes tienen que aplicar sus habilidades analíticas, creativas y constructivas no se pueden evaluar a través de pruebas de opción múltiple y formas equivalentes de artículos de evaluación básica (Majchrzak y Usener, 2011).

Esta limitante asociada a las funcionalidades de evaluación de los LMS´s es lo que ha motivado principalmente al campo de la inteligencia artificial a proponer soluciones más robustas para evaluar preguntas que involucren respuestas en lenguaje natural. En este punto es donde precisamente hemos encontrado un vacío en la literatura, casi no se menciona la manera en que pueden complementarse los trabajos que corresponden a la perspectiva de la inteligencia artificial (IA), con la de evaluación electrónica (e-assesment).

En esta revisión se encontró que existen similitudes y divergencias entre las dos grandes perspectivas desde la que se aborda la evaluación automática, mucho trabajo en las comunidades de

inteligencia artificial y aprendizaje automático (machine learning) tiende a sufrir de una falta de usabilidad, interpretabilidad práctica y eficacia en usuarios reales; su enfoque es más hacia generar teoría para hacer que los sistemas artificiales aprendan o identifiquen patrones (Miller, 2017). Es decir, casi no hay enfoques holísticos donde una aplicación realista sea un objetivo final. Dado que la "Interacción Persona-Computadora (IPC)" (Human Computer Interaction, HCI) se enfoca en la tecnología que beneficia a las personas, nosotros, como comunidad, debemos tomar la iniciativa para garantizar que los nuevos sistemas inteligentes sean transparentes desde cero (Abdul et.al., 2018). Esto se repite en Shneiderman et al.,2016, quien discutió la necesidad de interfaces que permitan a los usuarios "comprender mejor los procesos computacionales subyacentes" y brindarles "el potencial para controlar mejor sus acciones (de los algoritmos)" como uno de los grandes desafíos para los investigadores de HCI.

Es en este punto donde adquiere relevancia la otra perspectiva desde donde se investiga la evaluación automática, el enfoque de la evaluación electrónica (e-assessment), dónde hay un mayor interés en diseñar interfaces de usuario que simplifiquen las complejidades del procesamiento natural del lenguaje.

Aunque diversos sistemas de evaluación electrónica han sido desarrollados durante los últimos quince años, la mayoría de ellos carecen de varias características deseables que faciliten el proceso de evaluación de habilidades y no sólo conocimientos. Estas mejoras son las que surgen de la investigación desarrollada desde el enfoque de la inteligencia artificial. Una de las contribuciones de este trabajo es precisamente el estudio de integrar soluciones ya existentes en el campo de la inteligencia artificial, con un entorno virtual de aprendizaje como por ejemplo MOODLE, que tiene la ventaja de ser una plataforma abierta con la opción de integración de módulos externos.

5 Conclusiones

Considerando los resultados reportados por los autores de los estudios que revisamos, podemos afirmar desde el punto de vista educativo, que la evaluación automática tiene el potencial de apoyar y mejorar la experiencia de aprendizaje de los alumnos. De las ventajas mayormente mencionadas son: eliminación de la fatiga por calificar, diminución en errores humanos, evaluación automática rápida y estadísticas. En cuanto a las limitaciones, la más recurrente se refiere a la poca funcionalidad para el diseño de preguntas más allá de las del tipo opción múltiple.

Hay muchas barreras que se requieren superar para lograr introducir de manera satisfactoria de la evaluación electrónica en una institución educativa. Sin embargo, en esta revisión bibliográfica se ha mencionado que el principal obstáculo para el desarrollo de la evaluación electrónica a nivel de toda la institución educativa, es tiempo y formación del personal académico.

La creación de actividades de evaluación electrónica requiere tiempo y experiencia por parte del profesor, ya que éste debe garantizar que las actividades siguen siendo de alto nivel. Por esta razón, hay un gran interés en seguir desarrollado propuestas que se integren fácilmente a los gestores de aprendizaje abiertos y que se puedan generar preguntas abiertas de respuesta corta, mediante una interface que simplifique las complejidades del procesamiento del lenguaje natural.

Asimismo, en los trabajos se resaltan dos tipos de prácticas, los investigadores que utilizaron software propietario o privativo y los que desarrollaron o adaptaron un software de código abierto. La desventaja de las herramientas de software comercial para la evaluación automática utilizados en los estudios consultados, es que no están integrados a un sistema gestor de aprendizaje (LMS).

Estos hallazgos son significativos, ya que servirán de pauta a los investigadores en evaluación automática, para definir el enfoque de su trabajo a desarrollar.

Agradecimientos. Este trabajo fue realizado con el apoyo de la beca CONACYT 769631

Referencias

Abdul, A., Vermeulen, J., Wang, D., Lim, B. Y., & Kankanhalli, M. (2018, April). Trends and trajectories for explainable, accountable and intelligible systems: An hci research agenda. In Proceedings of the 2018 CHI conference on human factors in computing systems (pp. 1-18).

Al-Qdah, M, & Ababneh, I (2017). Comparing online and paper exams: Performances and perceptions of Saudi students. International Journal of Information and Education Technology, 7(2), 106.Alruwais, N., Wills, G., & Wald, M. (2018). Advantages and challenges of using e-assessment. International Journal of Information and Education Technology, 8(1), 34-37.

Appiah, M., & Van Tonder, F. (2018). E-Assessment in Higher Education: A Review. International Journal of Business Management & Economic Research, 9(6).

Baleni, Z. G. (2015). Online formative assessment in higher education: Its pros and cons. Electronic Journal of e-Learning, 13(4), pp228-236.

Benson, R., & Brack, C. (2010). Online learning and assessment in higher education: A planning guide. Elsevier.

Bukie, OF (2014). Understanding technologies for e-assessment: A systematic review approach. Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences, 5(12), 936-947.

Bull, J., & Mckenna, C. (2004). Blueprint for Computer-Assisted Assessment (Vol. 2). RoutledgeFalmer, London.

Bruyn, E. de, Mostert, E., & Schoor, A. (2011). Computer-based Testing - The Ideal Tool to Assess on the Diferent Levels of Bloom's Taxonomy. In 14th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2011) (p. 444 - 449). Issue: September, Publisher: IEEE. J. Sheard (Eds.), Proceedings of the 2nd melbourne computing education conventicle (pp. 1–8). Melbourne

Burrows, S., Gurevych, I., & Stein, B. (2015). The eras and trends of automatic short answer grading. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 25(1), 60-117.

Cano, E., & Ion, G. (Eds.). (2016). Innovative practices for higher education assessment and measurement. IGI Global.

Carneiro, R., & Steffens, K. (2013). Research on Self-Regulated Learning in Technology Enhanced Learning Environments: Two Examples from Europe. In R. Azevedo & V. Aleven (Eds.), International Handbook of Metacognition and Learning Technologies (Vol. 26, p. 601-614). Springer New York.

Charteris, J., Quinn, F., Parkes, M., Fletcher, P., & Reyes, V. (2015). e-Assessment for Learning (eAfL) in higher education: is it a wolf in sheep's clothing?. Journal of Learning Development in Higher Education, (9), 1-24.

Crisp, G. (2007). The e-Assessment Handbook. Continuum International Publishing Group, London.
Crisp, G. (2011). Teacher's Handbook on e-Assessment. Transforming Assessment-An ALTC Fellowship Activity, 18.
Daly, C., Pachler, N., Mor, Y., & Mellar, H. (2010). Exploring formative e-assessment: using case stories and design patterns. Assessment & Evaluation in Higher Education, 35(5), 619-636.
Duda, I., & Walter, T. (2012) "A software framework for e-testing," IADIS International Conference e-Learning pp. 465-470, Lisbon: IADIS Press.
Fluck, A., Pullen, D., & Harper, C. (2009). Case study of a computer based examination system. Australasian Journal of Educational Technology, 25(4).
Guàrdia, L., Crisp, G., & Alsina, I. (2017). Trends and challenges of e-assessment to enhance student learning in Higher Education. In Innovative practices for higher education assessment and measurement (pp. 36-56). IGI Global.
Gruttmann, S., Böhm, D., & Kuchen, H. (2008). E-assessment of Mathematical Proofs: Chances and Challenges for Students and Tutors. International Conference on Computer Science and Software Engineering(IEEE), 612- 615.
Heinrich, E., Milne, J., Crooks, T. et al. (2006). "Literature review on the use of learning tools for formative essay-type assessment. e-Learning Collaborative Development," Wellington, New Zealand: Tertiary Education Commission, vol. 70.
Hot Potatoes. (2013). Hot Potatoes Home Page. http://hotpot.uvic.ca/
Huertas, A. (2011). Ten Years of Computer-based Tutors for Teaching Mathematical Logic 2000 2010: Lessons Learned. In P. Blackburn et al. (Ed.):Third International Congress on Tools for Teaching Mathematical logic (TICTTL 2011), LNAI 6680 (p. 131 - 140). Springer, Heidelberg.
Intelligent Assessment Technologies Limited. (2011). Intelligent Assessment Technologies. http://www.intelligentassessment.com/
IParadigms, LLC. (2013). Turnitin - Home. http://turnitin.com/
Isaias, P., Miranda, P., & Pífano, S. (2017). Framework for the analysis and comparison of e-assessment systems. In ASCILITE 2017-Conference Proceedings-34th International Conference of Innovation, Practice and Research in the Use of Educational Technologies in Tertiary Education (pp. 276-283). Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education (ASCILITE).
James, R. (2016). Tertiary student attitudes to invigilated, online summative examinations. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 13(1), 1-13.
Jamil, M, Tariq, R, & Shami, P (2012). Computer-Based vs Paper-Based Examinations: Perceptions of University Teachers. Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET, 11(4), 371-381.
JISC (Joint Information Systems Committee). (2006) "Effective Use of VLEs: e– Assessment".
JISC (Joint Information Systems Committee). (2007). Effective practice with e-assessment: An overview of technologies, policies and practice in further and higher education.

http://www.jisc.ac.uk/media/documents/themes/elearning/effpraceasse ss.pdf
Jordan, S. (2009). Assessment for learning: pushing the boundaries of computer-based assessment. Practitioner Research in Higher Education, 3(1), 11-19.
Jordan, S. (2013). E-assessment: Past, present and future. New Directions in the Teaching of Physical Sciences, (9), 87-106.
Krishnamurthy, A., & O'Connor, R. (2013). An Analysis of the Software Development Processes of Open Source E-Learning Systems. In F. McCa ery & R. O'Connor RoryV.and Messnarz (Eds.), Systems, Software and Services Process Improvement (Vol. 364, p. 60 - 71). Springer Berlin Heidelberg.
Kuikka, M., Kitola, M., & Laakso, M. J. (2014). Challenges when introducing electronic exam. Research in Learning Technology, 22.
Levy, Y., & Ramim, M. (2007). A theoretical approach for biometrics authentication of e-exams. Nova Southeastern University, USA, 93-101.
Majchrzak, T. A., & Usener, C. A. (2011). Evaluating the Synergies of Integrating E-Assessment and Software Testing. In Proceedings of Information Systems Development Conference (ISD2011). Springer, 2011.
Maplesoft. (2013). Maple T.A. - Web-based Testing and Assessment for Math Courses - Maplesoft. http://www.maplesoft.com/products/mapleta/
Marriott, P. (2009). Students' Evaluation of the use of Online Summative Assessment on an Undergraduate Financial Accounting Module. British Journal of Educational Technology, 40 (2), 237 - 254.
Mawhinney, K. (2013). A Review of the Literature on Online (e) Assessment. Technology-Mediated Learning, 9-19.
Miguel, J., Caballé, S., Xhafa, F., & Prieto, J. (2014, May). Security in online learning assessment towards an effective trustworthiness approach to support E-learning teams. In 2014 IEEE 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (pp. 123-130). IEEE.
Miller, T. (2017). Explanation in Artificial Intelligence: Insights from the Social Sciences. arXiv preprint, arXiv: 1706.07269
Moodle. (2013c). Moodle.org: Open-Source Community-based Tools for Learning. http://moodle.org/
Osuji, U.S.A. (2012). The use of e-assessments in the Nigerian higher education system. Turkish Online Journal of Distance Education, 13(4):140-152.
Page, E.B. (1966). The imminence of grading essays by computer. Phi Delta Kappan, 47(5), 238–243.
Rafi, A., Samsudin, K., & Hanafi, H. F. (2015). Differences in perceived benefit, use, and learner satisfaction between open source LMS and proprietary LMS. In E-Learning-Instructional Design, Organizational Strategy and Management. IntechOpen.
Rolim, C., & Isaias, P. (2019). Examining the use of e-assessment in higher education: teachers and students' viewpoints. British Journal of Educational Technology, 50(4), 1785-1800.
Sclater, N. (2007). The Demise of eAssessment Interoperability?. WWWrong, 317.

Shneiderman, B., Plaisant, C., Cohen, M., Jacobs, S., Elmqvist, N., & Diakopoulos, N. (2016). Grand chal-lenges for HCI researchers. interactions, 23(5), 24-25.
Sindre, G., & Vegendla, A. (2015, October). E-exams and exam process improvement. In Norsk IKT-konferanse for forskning og utdanning.
Sitthiworachart, J., Joy, M., & Sutinen, E. (2008). Success Factors for E-Assessment in Computer Science Education. In C. Bonk et al. (Eds.), Proceedings of World Conference on E-Learning in Corporate,Government, Healthcare, and Higher Education, 2287 - 2293.
Sivakumaran, T., Holland, G., Wishart, W., Heyning, K., & Flowers-Gibson, B. (2011). Electronic Assessment Systems: Implementation, Maintenance and Support. FOCUS on Colleges, Universities & Schools, 6(1).
Stödberg, U. (2012). A research review of e-assessment. Assessment & Evaluation in Higher Education, 37(5), 591-604.
Timmis, S, Broadfoot, P, Sutherland, R, & Oldfield, A (2016). Rethinking assessment in a digital age. British Educational Research Journal, 42(3), 454-476.
TOIA. (2007). Technologies for Online Interoperbale Assessment. https://www.ecs.soton.ac.uk/research/projects/260
Tselonis, C., & Sargeant, J. (2007). Domain-specic Formative Feedback through Domain-independent Diagram Matching. In F. Khandia (Ed.), 11th CAA International Computer Assisted Assessment Conference (p. 403- 420). Loughborough, UK: Loughborough University.
Williamson, D.M., Xi, X., Breyer, F.J. (2012). A framework for evaluation and use of automated scoring. Educational Measurement: Issues and Practice, 31(1), 2–13.

Sistemas y Ambientes Educativos:

Experiencias Educativas en la covidianidad.

Editado por

Daniel Mocencahua Mora

Josefina Guerrero García

Juan Manuel González Calleros

Eugenia Erica Vera Cervantes

Yadira Navarro Rangel

está disposición en htlm en la página

del Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos

de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

http://www.dgie.buap.mx/dsae/index.php

a partir de febrero de 2022

Peso del archivo 13.21