

REVISIÓN DE LITERATURA CIENTÍFICA LATINOAMERICANA SOBRE EDUCACIÓN SUPERIOR EN INGENIERÍA DURANTE LA PANDEMIA DE COVID-19

REVIEW OF LATIN AMERICAN SCIENTIFIC LITERATURE RELATED TO HIGHER EDUCATION IN ENGINEERING DURING COVID-19 PANDEMIC

I. Téllez López¹
J. R. Molina López²
C. Bañuelos³

RESUMEN

Debido al surgimiento de la pandemia de COVID-19 y a las medidas establecidas en respuesta ha sido necesario que las actividades del sector educativo sean ajustadas, modificadas e incluso replanteadas para ser llevadas a cabo satisfactoriamente, lo anterior ha implicado enfrentar una serie de dificultades de diversa índole, especialmente en el marco de los países en desarrollo. Agentes como académicos e investigadores han contribuido al respecto, siendo la producción científica a manera de documentos, uno de los medios para involucrarse. Este trabajo explora la literatura científica latinoamericana relacionada a educación superior en el campo de ingeniería en el contexto de la pandemia de COVID-19, mediante análisis bibliométrico y revisión sistemática de los documentos correspondientes (publicados entre 2020-2021 y contenidos en la base de datos Scopus), con la finalidad de identificar y analizar las acciones implementadas en instituciones educativas y sus resultados. De manera general, se encontró que en Latinoamérica se han incorporado herramientas y aplicaciones tecnológicas (principalmente digitales) para el desarrollo de los procesos de aprendizaje-enseñanza en áreas de conocimiento asociadas a ingeniería, particularmente aquellas que precisan prácticas de laboratorio. La información presentada en este documento puede resultar de interés y utilidad, principalmente para agentes del sistema de educación que requieran reconocer experiencias y prácticas afines a su ámbito.

ABSTRACT

Due to the emergence of COVID-19 pandemic and the measures established in response, it has been necessary for the activities of the educational sector to be adjusted, modified and even rethought in order to be carried out satisfactorily; this has implied facing a series of difficulties of various kinds, especially in the frame of developing countries. Agents such as academics and researchers have contributed to this regard, with scientific production in the form of documents, being one of the means to get involved. This paper explores the Latin American scientific literature related to higher education in the field of engineering in the context of COVID-19 pandemic, through bibliometric analysis and systematic review of the corresponding documents (published between 2020-2021 and contained in Scopus database), in order to identify and analyze implemented actions in educational institutions and their results. In general, it was found that technological tools and applications (mainly digital) have been incorporated in Latin America for the development of learning-teaching processes in areas of knowledge associated with engineering, particularly those that require laboratory practices. Data presented in this document may be of interest and usefulness, mainly for agents of the education system seeking to acknowledge experiences and practices related to their field.

¹ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. ivan.tellez@cinvestav.mx

² Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. jose.molina@cinvestav.mx

³ Profesora investigadora, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. cebanuelos@cinvestav.mx

ANTECEDENTES

A finales de 2019, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reportaba la aparición de una enfermedad que se manifestaba como una neumonía “atípica”, para la cual luego, se detectaría y designaría al agente infeccioso correspondiente como SARS-CoV2, siendo una nueva cepa de un virus anteriormente identificado, denominado coronavirus (Ferrer, 2020). Para inicios de 2020, el número casos de personas que presentaban síntomas asociados a dicha enfermedad (conocida como COVID-19), similares a los de un resfriado (fiebre alta, tos seca, cansancio, dificultades respiratorias) se incrementó aceleradamente, asimismo, la expansión de nuevas infecciones en distintas áreas geográficas (Bupa México, 2019); a modo que, debido a estas características, el 11 de marzo de 2020, la OMS anuncia oficialmente a COVID-19 como una pandemia (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2020).

Como medidas para mitigar la propagación de la pandemia se han implementado diversas acciones como, el uso de mascarillas, aplicación de gel antibacterial, distanciamiento social y cuarentena (Mojica & Morales, 2020), lo cual ha implicado para el sector educativo, que un gran número de instituciones cierren sus planteles; por tanto, obligando prácticamente a docentes y estudiantes a migrar de una modalidad presencial a distancia (Hernández, 2020). Para ello, ha sido necesario el uso, adaptación y apoyo de herramientas (especialmente tecnológicas) como plataformas y aplicaciones digitales (Zoom, Moodle, Google Classroom), para facilitar la comunicación y el desarrollo de los procesos de aprendizaje-enseñanza (Alfaro, *et al.*, 2021) en todos los niveles educativos (desde prebásica a superior); de la misma manera, ha sido imprescindible en ciertos casos (sobre todo a nivel superior) disponer de programas informáticos (*software*) especializados como Matlab, SAP, Autocad, Promodel, Flexsim (Zárate, 2020 y Lelli, *et al.*, 2020).

Después de casi dos años desde el surgimiento de la pandemia, para febrero 2022 en Latinoamérica (LA) y el Caribe, más de 50 millones de casos de COVID-19 se han registrado, siendo Brasil, Argentina y México los países con mayor incidencia (aproximadamente 26, 8.5 y 5 millones, respectivamente) (Statista, 2022). Considerando lo anterior, solamente en lo que respecta a educación superior, concretamente en el área de ingenierías, para México ha representado que cerca de un millón de estudiantes matriculados en más de cinco mil programas de estudio (de acuerdo con los datos reportados por Alianza FiiDEM, 2018) hayan requerido adecuarse a este nuevo contexto, asimismo, que aproximadamente 110 mil ingenieros al año concluyan de manera satisfactoria su carrera profesional; caso similar para Brasil, ya que en conjunto con México, son los dos países de LA en dónde más ingenieros se gradúan por año (Sputnik, 2017).

Sin embargo, como efecto paralelo a la pandemia de COVID-19, en el sector educativo se ha presentado un conjunto de dificultades y desafíos, por ejemplo, de acuerdo con UNESCO (2021), en Estados Unidos de 2019 a 2020, se registró un descenso en la matrícula de 400,000 estudiantes de educación superior, pasando de 18.2 millones a 17.8; y en el caso de México, según datos de las encuestas efectuadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021), para el mismo periodo, cerca de 90,000 estudiantes de educación superior no concluyeron el ciclo escolar, de los cuales el 44.6% refirió a la pandemia de COVID-19 como razón principal de esto. Aunado a lo anterior, de los 25

millones de estudiantes de educación superior ubicados en LA y el Caribe, únicamente el 45% tienen acceso a internet (UNESCO, 2021).

En respuesta a las diversas problemáticas que han surgido, expertos de distintas áreas de conocimiento y sectores sociales, particularmente investigadores y académicos, han indagado al respecto con la finalidad de aportar resoluciones; por consiguiente, algunos han llevado a cabo trabajos (como análisis, casos de estudio, reportes) encaminados a la presentación de propuestas y recomendaciones a manera de metodologías, herramientas, aplicaciones, entre otras. A menudo, estos trabajos se encuentran materializados en publicaciones dentro de revistas científicas (por tanto, este tipo de documentos son también referidos como producción o literatura científica) contenidas en bases de datos especializadas. Las contribuciones a la literatura científica de un campo de estudio determinado requieren ser evaluadas y aprobadas entre pares (regularmente especialistas) para su publicación, adquiriendo con ello, cierto nivel de rigor y certidumbre.

Por ende, con la finalidad de identificar y examinar tales aportaciones, precisamente las relacionadas a la educación superior en el área de ingeniería dentro del territorio de LA, se ha desarrollado este trabajo; para ello, descrito brevemente, se ha realizado un análisis bibliométrico de la producción científica correspondiente, así como una revisión sistemática de documentos para identificar y analizar casos de estudio y experiencias. Este trabajo, en líneas generales, procura reconocer en qué medida y manera, la literatura científica ha abordado y avanzado para hacer frente a la emergente situación ocasionada por la pandemia de COVID-19; esto posiblemente resulte de utilidad e importancia para distintos agentes y partes involucradas en la materia, por varias razones, entre ellas, que, a través de este trabajo, consigan distinguir, trasladar y aplicar las mejores prácticas según el caso particular de interés, así como detectar áreas de oportunidad y contribución en la investigación y producción científica.

METODOLOGÍA

Primeramente, se realizó una búsqueda en la base de datos en línea Scopus (<https://www.scopus.com>) el día 07 de enero de 2022 para identificar y recuperar documentos relacionados con los términos (contenidos en los apartados de título, resumen o palabras clave) ingeniería, educación, enseñanza, virtual, distancia y COVID-19 (instrucción de búsqueda: “TITLE-ABS-KEY (engineer*) AND (education OR teaching) AND (virtual OR distance) AND (Covid*)”). Scopus, Web of Science, PubMed y Google Scholar son consideradas las principales bases de datos de literatura científica, por tanto, han sido empleadas frecuentemente en la realización de análisis bibliométricos (Kumar, *et al.*, 2015); no obstante, para algunos autores la primera tiene ciertas ventajas en comparación con el resto, especialmente en lo que respecta a cobertura, incluyendo un mayor número de revistas y artículos científicos (Falangas, *et al.*, 2008; Levine & Gil, 2008).

A nivel mundial, se encontraron 398 documentos publicados entre 2020 y 2021, de los cuales 61 (18 artículos y 43 artículos de conferencia, los cuales constituyeron la base de datos para este trabajo) referenciaban al menos un autor con afiliación institucional dentro de los límites geográficos de nueve países pertenecientes a LA. A continuación, mediante el uso de las herramientas disponibles en la plataforma Scopus (refinamiento de resultados:

limitar y excluir, *Analyze search results*), la manipulación de registros en hojas de cálculo y la aplicación del *software* VOSviewer (versión 1.6.16) se determinaron las principales características de las variables bibliométricas de los documentos (producción, países, autores, fuentes de publicación, palabras clave).

Posteriormente, se realizó una revisión sistemática (considerando los 61 documentos examinados anteriormente, con excepción de siete a los cuales no fue posible acceder), para precisar y analizar trabajos de acuerdo con los siguientes criterios de selección: a) que estuvieran relacionados al proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de instituciones de educación superior localizadas en LA, particularmente en áreas de conocimiento asociadas al campo de ingeniería, en el contexto de la pandemia de COVID-19; b) que comunicaran las actividades (cambios, implementaciones, ajustes) desarrolladas, así como los resultados y efectos generados; c) que indicaran nombre y ubicación (país) de la institución dónde se desarrollaron las actividades, así como el área de conocimiento y/o rama de ingeniería abordada (carrera profesional, curso, asignatura); d) que estuvieran escritos en español o inglés. Diez documentos cumplieron los criterios de selección. Finalmente se presenta la información compilada obtenida de cada uno de manera sintetizada.

RESULTADOS

1. Principales características de los documentos: variables bibliométricas

Para 2021, en los documentos que componen la producción científica a nivel mundial se encontraban involucrados 45 países, siendo Estados Unidos el de mayor participación (en más de 60 documentos) seguido por Indonesia, Brasil, Perú, India, China, Rusia y Alemania (los cuales registraron entre 15-24 documentos cada uno). Los documentos correspondientes a LA (Figura 1) representaban aproximadamente el 15% de la producción mundial, siendo Brasil, México y Perú, los países con más presencia dentro del territorio (en el 59% de los documentos).

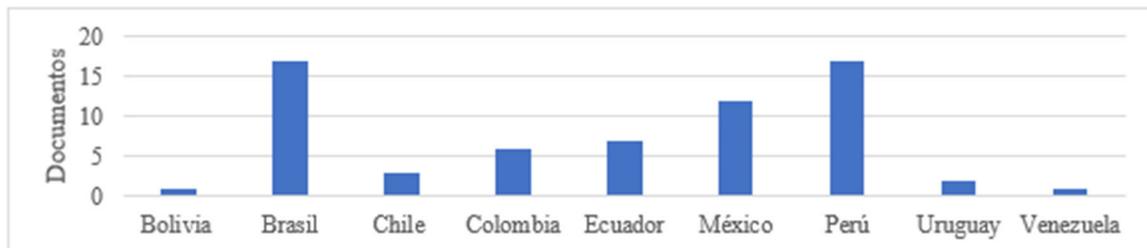


Figura 1. Número de documentos correspondientes a países latinoamericanos, de acuerdo con la afiliación institucional de los autores al 2021

En lo concerniente a autores se identificaron 250 personas implicadas en la producción de documentos en LA, en su mayoría (97.2%) referenciadas en un solo documento; estos autores se vincularon con otros localizados fuera del territorio de LA, correspondientes a seis países, registrando actividad de colaboración en diez documentos: Portugal en 3 documentos, España en 2, EUA en 2 y Australia, Alemania y Trinidad y Tobago en uno, respectivamente. Sobre las fuentes de las publicaciones, cerca del 40% de los documentos

se encontraron en actas de congreso (*Conference proceedings*): *IEEE World Engineering Education Conference* (22.95%), *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (6.56%), *ACM International Conference* (4.91%) y *LACCEI International Multi-conference for Engineering, Education and Technology* (4.91%).

En cuanto a las temáticas y tópicos que se abordaron, se identificaron 76 palabras clave (con un número total de ocurrencias de 394) referenciadas en los documentos (Figura 2), las cuales son establecidas por los autores (*autor keywords*) y las bases de datos según sus procesos de indización (*index keywords*); siendo las principales aquellas relacionadas a los términos estudiantes, educación en ingeniería, aprendizaje electrónico y COVID-19 con un número de ocurrencias de 31, 28, 25 y 20 respectivamente. También, se encontraron palabras claves asociadas a áreas tecnológicas como: tecnologías de información y de comunicaciones (internet, videoconferencia), inteligencia artificial, automatización, realidad virtual; a estrategias de enseñanza-aprendizaje como: gamificación, aprendizaje activo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos. Con respecto a ramas de ingeniería, solamente fue posible hallar a ingeniería de software (literalmente); y a ciencias de la computación con relación a áreas de conocimiento.

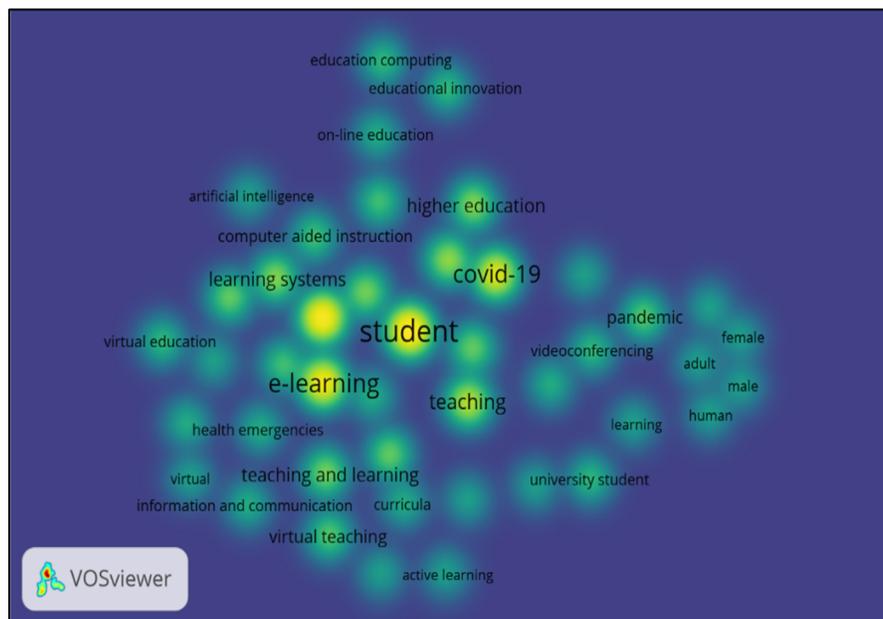


Figura 2. Palabras clave referenciadas en los documentos correspondientes a países latinoamericanos (con número de ocurrencias de dos o mayor)

2. Revisión sistemática de documentos: identificación y análisis de casos de estudio y experiencias

1) **Grijalva, et al. (2020).** Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador.

-Área de conocimiento: Biotecnología, Biomedicina e Ingeniería Industrial

-Actividades: Se sustituyó el uso de cuadernos de laboratorio de papel por electrónicos (ELN), para ello, se empleó Microsoft OneNote (MON) durante las actividades correspondientes a la enseñanza de temas de Química (orgánica y general) y

Toxicología. Los estudiantes realizaron resúmenes del procedimiento de cada práctica, bajo la instrucción del docente.

-Resultados: La percepción sobre MON fue positiva (71% de los estudiantes la calificaron de buena/muy buena). Por otro lado, el uso de ELN no mostró una mejora en el tiempo de uso con respecto a la versión de papel, sin embargo, el 73% de los estudiantes concuerdan en la posible sustitución de papel por ELN y el 83% recomiendan este último.

2) **Lelli, et al. (2020).** Universidade Federal do Ceará Fortaleza, Brasil

-Área de conocimiento: Ingeniería Computacional: Ingeniería de Software y Fundamentos de Programación

-Actividades: Se creó y aplicó una metodología de enseñanza remota basada en gamificación, utilizando Classcraft (software gratuito perteneciente a Google), compuesta por cinco fases: determinación de las características de los estudiantes; adición de elementos y mecanismos de juego; creación de contenido educativo y actividades de gamificación; definición de objetivos de aprendizaje.

-Resultados: Los estudiantes enfrentaron varias dificultades, como falta de condiciones físicas o psicológicas (producto de la pandemia) o de interés para seguir las actividades de gamificación (hubo deserción). Se cree posible que debido a que Classcraft está diseñado para estudiantes de media superior, la diferencia de edad pudo haber influenciado en el comportamiento de los estudiantes de educación superior.

3) **Gamarra, et al. (2021).** Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú.

-Área de conocimiento: Ingeniería de Sistemas: Tecnologías emergentes, Estructura de Datos e Inteligencia Artificial

- Actividades: Se aplicó Aprendizaje Basado en Problemas (método de ocho pasos) para la resolución de los siguientes problemas: Uso de realidad virtual o aumentada para la enseñanza de niños de 4-6 años; Árboles binarios usados para el diagnóstico de COVID-19; Aplicación de visión artificial con herramientas de código abierto.

- Resultados: De acuerdo con la herramienta Net Promoter Score, se determinó la satisfacción de 48 estudiantes con respecto a tres subescalas: conocimiento, habilidades y actitudes, la cual fue en general de 78%, 86% y 93% para los cursos de Tecnologías emergentes, Estructura de Datos e Inteligencia Artificial, respectivamente. Para lograr resultados satisfactorios, fue necesario sesiones de clase sincrónicas con trabajo colaborativo y el papel del profesor como consultor profesional.

4) **Granados, et al. (2021).** Universidad Autónoma de Azcapotzalco, México

-Área de conocimiento: Física (tronco común de ingeniería)

-Actividades: Se impartió el curso de Laboratorio de Física (Cuerpo rígido y oscilaciones) de manera no presencial mediante la implementación de: grabación de videos; utilización del software Tracker (libre acceso) para el análisis de las grabaciones y videoconferencias. Algunos experimentos (como análisis de conservación de energía, análisis de la segunda ley de Newton) fueron realizados por los estudiantes con artículos cotidianos en casa.

-Resultados: Se obtuvieron resultados favorables: los estudiantes fueron muy participativos y comprometidos con la estrategia empleada, además manifestaron estar satisfechos con las actividades desarrolladas, logrando un aprendizaje significativo.

- 5) **Hernández, et al. (2021)**. Instituto Politécnico Nacional (Hidalgo), México.
-Área de conocimiento: Ingeniería en Sistemas Automotrices: Ensamble de motor
-Actividades: Se desarrolló un modelo virtual del laboratorio de sistemas automotrices, para ello fue necesario principalmente: 1) Recrear el laboratorio físico mediante el *software* Unity3d Game Engine y Solidworks; 2) Integrar dispositivos de interacción, utilizando: Oculus Rift S y Leap Motion Controller.
-Resultados: De acuerdo con la retroalimentación de 20 estudiantes que utilizaron el equipo (uno de los dos dispositivos de interacción), la mayoría encontró que Oculus ofrece una experiencia de mayor inmersión, así como una mejor herramienta de aprendizaje, con mejor calidad de gráficos y capacidad de manipulación.
- 6) **Khouri, et al. (2021)**. Universidad de Campinas, Brasil.
-Área de conocimiento: Ingeniería Química
-Actividades: Se implementaron cambios para impartir el curso de Diseño Final (en el cual se les pidió a estudiantes diseñar una planta química y evaluar su factibilidad económica): clases teóricas asíncronas; reuniones grupales en línea; se reemplazó un simulador comercial por uno de libre acceso (*open access*); se extendió la duración del curso dos semanas; presencia constante de instructores y asistentes de enseñanza.
-Resultados: Se obtuvieron resultados satisfactorios comparables con clases presenciales: 108 (todos) los estudiantes obtuvieron una calificación aprobatoria, no se redujo la calidad de enseñanza (la calificación promedio fue de 8.7, como en años anteriores), los alumnos se adaptaron al nuevo formato de curso (el 76.4% calificándolo como satisfactorio y recomendable) y se cumplieron con los objetivos del programa.
- 7) **Restrepo, et al. (2021)**. Universidad de Antioquia, Colombia.
-Área de conocimiento: Ingeniería mecánica: Dinámicas y mecanismos
-Actividades: Se desarrolló un ambiente virtual de aprendizaje para impartir el curso; para ello, se utilizó la plataforma GeoGebra (acceso gratuito) para desarrollar simuladores de sistema de poleas y sistema biela-manivela para la enseñanza de conceptos de cinemática.
-Resultados: Se aplicó un examen, en el cual los estudiantes utilizarían los simuladores: el 80% de los estudiantes obtuvieron una calificación aprobatoria en la evaluación de sistema de poleas; en el caso de sistema de biela-manivela, el 54% aprobaron. Estos resultados ayudaron a identificar las dificultades de aprendizaje y dar retroalimentación requerida.
- 8) **Rodríguez (2021)**. Instituto Tecnológico de Monterrey (Morelia), México.
-Área de conocimiento: Ingeniería Mecánica: Redes industriales y Automatismo lógico
-Actividades: Se desarrolló un laboratorio remoto para el aprendizaje a distancia del uso de Controlador Lógico Programable (PLC). Se utilizó TeamViewer para que el estudiante accediera a la computadora del laboratorio; mediante la cámara y micrófono se visualizaron los efectos de la programación; y Google Drive y Excel para administrar horarios de uso.
-Resultados: 21 estudiantes calificaron el laboratorio remoto en promedio como 4.6/5 (completamente de acuerdo en escala Linkert) en las variables de compromiso, motivación y aprendizaje. Además, comparando las calificaciones obtenidas en

modalidad remota con presencial, ambas fueron similares (en promedio 92.4 y 97.9 respectivamente).

9) **Simoës, et al. (2021)**. Universidad de la República, Uruguay.

-Área de conocimiento: Bioingeniería: Programación, Teoría de circuitos, Electrónica, Bioinstrumentación, Informática, Procesamiento Digital de Señales, Biomecánica.

-Actividades: Se cambió la asistencia obligatoria a clases del 80% al 60%; se realizó un cuestionario para analizar las dificultades técnicas de los estudiantes y se tomaron medidas como la grabación de las clases para quienes no pudieran conectarse. En pruebas de laboratorio, los estudiantes fueron dotados de *kits* con lo necesario para realizar las prácticas desde casa y en algunos casos donde no era posible, los profesores grababan videos. Acompañamiento cercano al estudiante (individual y grupal) durante los cursos.

-Resultados: Se mantuvieron e incluso mejoraron los niveles de desempeño de los estudiantes (un aumento de casi 7% en la calificación promedio) y se alcanzaron los objetivos esperados de aprendizaje. El 93% de los profesores calificaron la modalidad virtual como buena, por otro lado, el 86% indicaron una carga más alta de trabajo en comparación a la modalidad presencial.

10) **Vilchez, et al. (2021)**. Universidad de Ciencias y Humanidades, Perú.

-Área de conocimiento: Ingeniería Electrónica: Redes de comunicación

-Actividades: Se implementó el Modelo de Aula invertida en modalidad a distancia, utilizando actividades y recursos disponibles en Moodle Learning Management System para impartir el curso. Estuvo compuesto de dos fases: 1) asíncrona: (grabación en vídeo de las clases teóricas, preparación de materiales de apoyo (lecturas), creación de las lecciones interactivas en la plataforma Moodle y otros (foros virtuales); y 2) síncrona: generar banco de preguntas, sesiones de videoconferencias, dirigir actividades de laboratorio)

-Resultados: La asistencia y puntualidad de los estudiantes se incrementó en el modo a distancia, así como las calificaciones promedio obtenidas.

CONCLUSIONES

Considerando los documentos que componen la literatura científica correspondiente a LA, se estima que académicos e investigadores han destinado atención al estudio de la reciente situación en el sector educativo (particularmente en el campo de ingeniería) debido a la pandemia de COVID-19; en especial Brasil, Perú y México, países con una importante participación tanto a nivel del territorio de LA a nivel mundial. De acuerdo con, las palabras claves identificadas, la producción científica de LA se ha enfocado principalmente a temáticas y tópicos relacionados tanto a tecnologías (especialmente digitales) como a estrategias de enseñanza, posicionando al estudiante como agente central; por esta razón, se considera que, para los autores, las tecnologías tienen un papel relevante en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes en el contexto de la pandemia.

Lo anterior, se encontró manifestado también en la revisión sistemática de los documentos, puesto que las experiencias y casos puntuales identificados y analizados, en líneas generales, tratan sobre actividades relacionadas a herramientas y aplicaciones tecnológicas digitales (como simuladores, videoconferencias, dispositivos, realidad virtual) que se

emplearon en los procesos de enseñanza-aprendizaje en áreas de conocimiento relacionadas a ingeniería, especialmente, aquellas asociadas a prácticas de laboratorio; asimismo, según reportan los autores, generalmente, se obtuvieron resultados satisfactorios e incluso, sobresalientes, con respecto a las actividades desarrolladas antes del surgimiento de la pandemia.

En línea generales, las contribuciones de este trabajo son dos: 1) derivado del análisis bibliométrico de la literatura científica es posible encontrar un referente del desarrollo de la investigación y estudio en LA acerca de la educación superior en el campo de la ingeniería, lo cual supondría entre otras cosas, detectar nichos de oportunidad; 2) de acuerdo con la información recopilada de la revisión sistémica, es posible identificar experiencias y casos en situaciones específicas (especialmente aquellas consideradas mejores prácticas), las cuales resultarían útiles para replicar y/o adaptar en otras instituciones educativas.

Se considera importante mencionar algunas limitaciones en lo concerniente al desarrollo y los resultados de este trabajo, por lo cual, los datos e información presentada podría ser distinta o variar: es posible que haya producción científica materializada (o no) en otros tipos de documentos o medios; existen otras bases de datos de publicaciones científicas además de Scopus; en la revisión sistemática de documentos se consideraron solamente aquellos documentos escritos en idioma inglés y español.

BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, L., Castañeda, E., Rivera, C., Zúñiga, J., Luna, J. y Rivera, M. (14-17 March, 2021). *New Trends in e-Technologies and e-Learning*. 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), Guatemala. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE51952.2021.9429120>

Alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México (FiiDEM) (2018). *Estudio Regionalizado de Oferta Demanda de las Carreras de Ingeniería*. <http://alianzafiidem.org/pdfs/4-Reporte-Presentacion-Ejecutiva-16022019.pdf>

Bupa México (2020). *COVID19 Coronavirus*. <https://www.bupalud.com.mx/salud/coronavirus>

Falagas, M., Pitsouni, E., Malietzis, G. & Pappas G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, volume 22(2), pp. 338–342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492LSF>

Ferrer, R. (2020). Pandemia por Covid-19: el mayor reto de la historia del intensivismo. *Medicina intensiva, volumen 44(6)*, pp. 323-324. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2020.04.002>

Gamarra, A., Gamarra, D., Gamarra, A. & Gamarra, J. (14-21 March, 2021). *Assessing Problem-Based Learning satisfaction using Net Promoter Score in a virtual learning environment*. 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), Guatemala. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE51952.2021.9429104>

- Granados, J., Tavera, F., Cid, A., Hernández, R. & Velázquez, J. (2021). Non-face-to-face physics laboratory, an educational strategy. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1723/1/012061>
- Grijalva, N., Espinosa, V., Quinteros, S. & Salguero, A. (2020). Analysis of the Perception of University Students About the Use of Microsoft OneNote as an Electronic Laboratory Notebook in Response to Non-Face-to-Face Education in Pandemic Times. En: G. Rodríguez, C. Fonseca, J. Salgado, P. Pérez, M. Orellana & S. Berrezueta (Eds.), *Information and Communication Technologies*, pp. 150-162. Springer. <https://pure.ups.edu.ec/es/publications/analysis-of-the-perception-of-university-students-about-the-use-o>
- Hernández, G. (2020). *Nuevas tecnologías de la educación*. Albahaca Publicaciones Madrid. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/21548>
- Hernández, M., Cortés, J., Pérez, Á., Hernández, L., Roa, K., Rivera, J. & Fabila, D. (2021). Development of Virtual Reality Automotive Lab for Training in Engineering Students. *Sustainability*, volumen 13(17), pp. 9776. <https://doi.org/10.3390/su13179776>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). *Encuesta para la Medición del Impacto COVID-19 en la Educación (ECOVID-ED) 2020*. <https://www.inegi.org.mx/investigacion/ecovid/2020/>
- Khouri, N., Fontana, M., Dias, I., Maciel, M., Maciel, R. & Mariano, A. (2021). Chemical Engineering Teaching in COVID-19 Times: Successfully Adapting a Capstone Design Course to a Remote Format. *Journal of Chemical Education*, volume 98(12), pp. 3794-3803. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00445>
- Kumar, A., Shivarama, J. & Choukimath, P. (12-14 de marzo de 2015). *Popular scientometric analysis, mapping, and visualization softwares: an overview*. 10th International CALIBER-2015, India. <https://ir.inflibnet.ac.in:8443/ir/bitstream/1944/1855/1/16.pdf>
- Lelli, V., Andrade, R., Freitas, L., Silva, R., Gutenberg, F., Faria, R. & Sousa, J. (October, 2020). *Gamification in Remote Teaching of SE Courses: Experience Report*. SBES '20: Proceedings of the 34th Brazilian Symposium on Software Engineering. <https://doi.org/10.1145/3422392.3422497>
- Levine, M. & Gil, E. (2008). A Comparative Citation Analysis of Web of Science, Scopus, and Google Scholar. *Journal of Business & Finance Librarianship*, volume 14(1), pp. 32-46. <http://dx.doi.org/10.1080/08963560802176348>
- Mojica, R. & Morales, M. (2020). Pandemia COVID-19, la nueva emergencia sanitaria de preocupación internacional: una revisión. *SEMERGEN*, volumen 46(1), pp. 72-84. <https://doi.org/10.1016/j.semereg.2020.05.010>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2021). *Covid-19: su impacto en la educación superior y en los ODS*. <https://www.iesalc.unesco.org/2021/06/01/covid-19-su-impacto-en-la-educacion-superior-y-en-los-ods/>
- Organización Panamericana de la Salud (2020). *La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia*. <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
- Rodriguez, R. (2021). *In-home laboratory for learning automation at no cost*. 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), Guatemala. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE51952.2021.9429156>
- Simoës, C., Chatterjee, P., Lemes, L., Tesis, A., La Paz, F., Cuñarro, G., Masset, M., Yelós, V., Parodi, M., Cardelino, J. & Armentano, R. (2021). Virtual learning approach to biological engineering courses in Uruguay during COVID-19. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, vol. 11(5), pp. 1020-1934. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-08-2020-0199>
- Sputnik Mundo (13 de diciembre de 2017). *Abogados vs. ingenieros: ¿qué hay más en América Latina?* <https://sputniknews.lat/20171213/abogados-ingenieros-america-latina-1074731011.html>
- Statista (3 de febrero de 2022). *Número de casos confirmados de coronavirus (COVID-19) en América Latina y el Caribe al 3 de febrero de 2022, por país*. <https://es.statista.com/estadisticas/1105121/numero-casos-covid-19-america-latina-caribe-pais>
- Vilchez, J., Llulluy, D. & Lara, J. (14-21 March 2021). *Work in Progress: Flipped classroom as a pedagogical model in virtual education in networking courses with the Moodle Learning Management System against COVID 19*. 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), Guatemala. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE51952.2021.9429101>
- Zárate, J. (9 de diciembre de 2020). *Las plataformas educativas en tiempos del confinamiento*. Universidad Intercontinental (UIC). <https://www.uic.mx/plataformas-educativas-tiempos-confinamiento/>