



Programa de Doctorado en Ingeniería de la Información y
del Conocimiento, Universidad de Alcalá

En cotutela con:

Programa de Doctorado, Centro Henry Hazlitt,
Universidad Francisco Marroquín

Aportaciones para la mejora del proceso de tutoría virtual en programas e-learning utilizando Learning Analytics

Tesis Doctoral presentada por
LUIS MAGDIEL OLIVA CÓRDOVA

Directores:

DR. ANTONIO GARCÍA CABOT

DR. HÉCTOR RODERICO AMADO SALVATIERRA

2021

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por permitirme completar este proceso; por la vida e incondicional respaldo en cada paso, por cada puerta abierta, por todas sus bendiciones...

Agradezco profundamente a mi familia, a mi amada esposa Maylin, por su amor, por trabajar a mi lado, por vivir mis sueños y por estar siempre, en todo momento. También agradezco a mi motor de vida y superación, mi amado hijo Johann, sus ocurrencias alegraron cada hora interminable frente a la computadora; su existencia motiva mis acciones cada día.

Gracias a mis padres, Fermina y Fernando, quienes con su ejemplo de perseverancia y dedicación han inspirado cada etapa de mi vida. A mi hermano Osmin, por su apoyo incondicional. A todos los miembros de mi familia: abuelos, tíos, suegro, cuñados, sobrinos, por cada palabra de ánimo que me inyectaron de energía necesaria para no desistir.

Agradezco sinceramente al Dr. Antonio García Cabot y al Dr. Héctor Amado, directores de esta investigación, por su acompañamiento durante los tres años de trabajo; su apoyo ha hecho posible la realización de esta tesis. Gracias por el asesoramiento en cada etapa.

Al M.A. Walter Mazariegos, por su confianza, gestión, motivación y apoyo desde el inicio de este proceso.

A todas las personas que contribuyeron de tantas maneras en el cumplimiento de este sueño, especialmente: MSc. Alejandra Recinos, Dr. Jorge Orellana Oliva, Dr. Mario Gálvez, Dr. Alberto Garín y Msc. Claudia de León Argüello.

A mis amigos.

Mi admiración y cariño para quienes inspiran mi vida.

Este trabajo está dedicado a ustedes.

Resumen

Aportaciones para la mejora del proceso de tutoría virtual en programas e-learning utilizando Learning Analytics.

La educación ha evolucionado; actualmente los escenarios en los que se produce el proceso de enseñanza aprendizaje son distintos a los de hace algunos años. Estas transformaciones han sido propiciadas por el uso de la tecnología y para no perder de vista el propósito de educar de forma integral al individuo con habilidades holísticas para insertarse positivamente en las nuevas construcciones sociales, se han ideado estrategias de acompañamiento. El rol del profesor-tutor en entornos virtuales demanda el uso de variedad de recursos para continuar desempeñando su función con calidad y con alto grado de efectividad.

Una de estas transformaciones que han innovado la educación son las nuevas modalidades, una de ellas es el e-learning; y para optimizar los procesos que se desarrollan en entornos virtuales, surge la implementación de Learning Analytics (LA), que consiste en medir recopilar, analizar e informar sobre todos los elementos que reflejan las acciones de los usuarios en los entornos virtuales de aprendizaje.

Para este trabajo de tesis, se han seleccionado tres publicaciones en revistas de impacto en el índice JCR (Journal Citation Reports) y siete artículos de congresos que están enmarcados bajo la hipótesis de partida que radica en la propuesta de que los procesos de tutoría virtual pueden mejorar con el uso del Learning Analytics.

En los artículos que conforman la tesis, se presentan trabajos que analizan el estado actual sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente; evalúan la aceptación tecnológica de los profesores-tutores en el uso de entornos virtuales de aprendizaje y su interés en la aplicación de Learning Analytics; y explican, a través de un modelo, la relación que existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes.

Los resultados muestran que es posible mejorar el proceso de tutoría virtual en programas e-learning utilizando Learning Analytics, teniendo en cuenta los propósitos de LA, la aceptación del uso de entornos virtuales y su relación con el nivel de interés en aplicar LA en la práctica docente.

Se puede concluir que es importante que la función tutorial que realiza el docente se fundamente en las analíticas de aprendizaje utilizando estrategias, como motivación, mentoría, comunicación, retroalimentación y diseño de aprendizaje para incidir de forma positiva en el rendimiento del estudiante.

RESUMEN

Abstract

Contributions to the improvement of the virtual tutoring process in e-learning programs using Learning Analytics.

Education has evolved, currently, the scenarios in which the teaching-learning process takes place are different from those of some years ago. These transformations have been propitiated using technology and in order not to lose sight of the purpose of educating the individual integrally, with holistic skills to be inserted positively to the new social constructions, strategies of accompaniment have been devised. The role of the teacher-tutor in virtual environments demands the use of a variety of resources to continue performing their function with quality and a high degree of effectiveness.

One of these transformations that have innovated education are the new educational modalities, one of them is e-learning; and to optimize the processes that are developed in virtual environments, the implementation of Learning Analytics arises, which consists of measuring, collecting, analyzing, and reporting on all the elements that reflect the actions of users in virtual learning environments.

For the present thesis work, three publications in journals with impact in the JCR (Journal Citation Reports) index and seven conference articles have been selected. These papers are developed on the hypothesis that virtual tutoring processes can be improved with the use of Learning Analytics.

The articles that make up this thesis present works that analyze the status of the use of Learning Analytics in teaching practice; evaluate the technological acceptance of teacher-tutors in the use of virtual learning environments and their interest in the application of Learning Analytics, and explain, through a model, the relationship between the application of LA in virtual tutoring and the learning performance of students.

The results show that it is possible to improve the virtual tutoring process in e-learning programs using Learning Analytics, considering the purposes of LA, the acceptance of the use of virtual environments, and its relationship with the level of interest in applying LA in teaching practice.

It can be concluded that it is important that the tutorial function performed by the tutor is based on learning analytics using strategies such as motivation, mentoring, communication, feedback, and learning design to positively impact student performance.

ABSTRACT

Índice general

1. Introducción.....	7
1.1. Introducción	7
1.1.1. Definición del problema.....	10
1.1.2. Preguntas de investigación.....	12
1.2. Revisión del estado del arte	12
1.2.1. Tutoría virtual en entornos virtuales de aprendizaje.....	12
1.2.2. Learning Analytics en entornos virtuales de aprendizaje	14
1.3. Objetivos de investigación	19
1.4. Tesis doctoral como compendio de artículos	20
1.5. Estructura de la memoria de tesis doctoral	20
2. Compendio de artículos de la tesis	22
2.1 Artículo 1 - Mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre Learning Analytics como apoyo a la práctica docente	28
2.1.1 Contribución del artículo 1.....	28
2.1.2 Artículo 1	28
2.1.3 Resumen de los resultados artículo 1	54
2.2 Artículo 2 -Evaluación de la aceptación tecnológica en entornos virtuales de aprendizaje y nivel de interés en el uso de Learning Analytics.....	55
2.2.1 Contribución del artículo 2.....	55
2.2.2 Artículo 2	56
2.2.3 Resumen de los resultados artículo 2	81
2.3 Artículo 3 -Modelo de aplicación de Learning Analytics en la tutoría virtual.....	82
2.3.1 Contribución del artículo 3.....	82
2.3.2 Artículo 3	83
2.3.3 Resumen de los resultados artículo 3	103
3. Resultados y discusión	104
3.1 Artículo 1 - Mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre Learning Analytics como apoyo a la práctica docente.....	104
3.2 Artículo 2 – Evaluación de la aceptación tecnológica en entornos virtuales de aprendizaje y nivel de interés en el uso de Learning Analytics	108
3.3 Artículo 3 - Modelo de aplicación de Learning Analytics en la tutoría virtual	110
3.4 Resumen de la contribución de los artículos	112
4. Conclusiones y trabajo futuro.....	116
4.1 Conclusiones	116
4.2 Trabajo futuro	119
Referencias bibliográficas	121

Capítulo 1

1. Introducción

1.1. Introducción

La educación no puede desligarse del contexto, es decir, de la sociedad donde se genera. En este sentido, la forma en que las comunidades construyen la sociedad incide en el tipo de individuo, que regresará como producto a la comunidad que lo formó (Durkheim, 1975). Actualmente, la forma de construir la sociedad ha cambiado, puesto que las relaciones humanas, el comercio, las telecomunicaciones, el derecho, la biología y otras tantas disciplinas han evolucionado; todo porque la sociedad también ha transformado su dinámica. Al respecto, Kant (1991) afirma que la educación debe centrarse en el porvenir, no en el presente, y menos en el pasado; es decir, que se debe educar hoy, para que el individuo sepa cómo actuar cuando le corresponda tomar decisiones; considerando una visión holística e integral. La formación implementada bajo este paradigma se traduce como la habilidad de utilizar los conocimientos cuando sean requeridos por el contexto y cuando la información se transforme en aprendizaje que se utilice con propiedad (Martínez-González, 2021).

Recientemente, la UNESCO (2020), ha establecido un nuevo pilar de la educación, que hace alusión a la capacidad de usar los conocimientos adquiridos, vinculados con la experiencia y la necesidad, para transformar la realidad; este pilar es “aprender a convertirse”. El individuo debe ser educado para insertarse efectiva y proactivamente en la comunidad, debe desarrollar competencias del saber, hacer, ser, convivir y transformarse.

Avello y Duarte (2016) mencionan que la educación en la actualidad debe centrarse en la preparación para aprender, para ser autónomos en el proceso formativo, especialmente en cuanto al acceso y la selección de información relevante para adaptarse a las necesidades cambiantes a lo largo de toda la vida. A esta secuencia de ideas, se suma la definición que Dewey (1916) da al concepto de educación, quien indica que "es la suma total de procesos por medio de los cuales una comunidad o un grupo social pequeño o grande transmite su capacidad adquirida y sus propósitos con el fin de asegurar la continuidad de su propia existencia y desarrollo". A esto Becker *et al.* (2017) suman una clave para avanzar en este camino: la estimulación de la innovación para propiciar la construcción de la ciencia y la economía global.

Entonces, educación es conocimiento convertido en aprendizaje, es adaptación social, es tener una visión de futuro para dotar al individuo de la capacidad de tomar decisiones a fin de propiciar la transformación de su sociedad. A través del tiempo ha habido importantes transformaciones: la humanización en el siglo XIX, la democratización en el siglo XX, hasta el presente, con el surgimiento de nuevos paradigmas basados en la tecnología, la innovación y el conocimiento (González, Padilla y Montoya, 2019).

A partir de estos cambios generados en el mundo y del uso de las tecnologías de la información y la comunicación surgen nuevos conceptos de educación, en ocasiones acotados por adjetivos o adverbios, como educación en línea o educación electrónica que

refiere a una nueva modalidad apoyada por las tecnologías para desarrollar todos los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los avances de la tecnología constituyen una guía para orientar a las sociedades a resolver diversos desafíos y crear nuevas oportunidades en el futuro (Becker *et al.*, 2017).

A nivel global, los programas educativos de incidencia tecnológica, como de ingeniería y sistemas, están experimentando un cambio de paradigma de un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el profesor a uno centrado en el estudiante; de un proceso que se fundamenta en contenidos a uno en resultados; de la búsqueda de conocimientos a la construcción colaborativa de saberes. (Madheswari y Mageswari, 2020, Avello y Duart, 2016). Este escenario según Achury, Benites y Corredor, (2021) no solo es un cambio de medios o de escenarios, sino es el surgimiento de una nueva era de mediaciones que redefinen la propia consciencia.

La educación en línea o electrónica, según Palma, Renteria y Castro, (2021) es un nuevo espacio de intercambio social que se crea y por consiguiente un ámbito educativo que se genera a partir de redes de aprendizaje que permiten interactuar bajo los estándares de una ciudadanía digital responsable que no desligue al individuo de su humanidad. Para Graça, Quadros-Flores y Ramos (2021) este tipo de educación mediada por las TIC propicia un mejor aprendizaje, autonomía y colaboración; sin embargo, por parte del profesorado requiere de factores como autoeficacia, expectativas de esfuerzo, actitud proactiva y de aceptación hacia las TIC, para su óptima integración (Tapia Silva, 2021).

El e-learning se considera como una de las innovaciones recientes más importantes en ámbito educativo (Al-Gahtani, 2016). El espacio estandarizado se convierte en un entorno virtual, dinámico, centrado en el estudiante y no el profesor. El e-learning se caracteriza por su flexibilidad y las instituciones cada vez reconocen más el poder de los medios sociales y su influencia para el aprendizaje (Eze, Chinedu-Eze y Bello, 2018).

Según García-Peñalvo y Pardo (2015) las características principales del eLearning son: personalización del aprendizaje, conectividad absoluta para realizar actividades formativas, acceso a fuentes de información, flexibilidad absoluta para el acceso y una convivencia cada vez más natural. Todo esto fomenta las conexiones formales e informales de aprendizaje.

Pardo (2014) indica que una educación en línea permite contar con participantes de diferentes partes del mundo; esto supone una ventaja cultural y económica puesto que se evita el desplazamiento. Sin embargo, señala que este modelo requiere de un diseño instruccional altamente estructurado con metodologías y actividades que presenten muy bien el trabajo sincrónico y asincrónico a fin de favorecer la autogestión y la autonomía de los discentes; puesto que la verdadera educación consiste en hacer que el individuo sea un pensador y no repetidor de los pensamientos de otros (De White, 2010). Aunque vemos que el concepto y la aplicación de educación ha evolucionado a través de los años, la premisa de formar pensadores sigue vigente; el ideal es formar un individuo capaz de pensar por sí mismo. Es aquí donde cobra importancia el rol del docente en cuanto al acompañamiento y la tutoría continúa para mediar oportunamente el proceso, de tal manera que se obtengan los resultados esperados.

La tutoría virtual comprende una serie de etapas de igual importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El proceso de tutoría inicia desde el diseño de los materiales, las actividades y las experiencias didácticas que deben partir del conocimiento del grupo objetivo, de sus necesidades y del rol de la asignatura en el programa global de estudios. Asimismo, el docente debe conocer las características del entorno virtual para aprovecharlas y utilizarlas a su favor para configurar experiencias valiosas de aprendizaje en la modalidad digital. Una vez diseñadas las experiencias de aprendizaje, es rol del tutor acompañar, monitorear, facilitar y evaluar constantemente el proceso de aprendizaje de

1. INTRODUCCIÓN

los estudiantes, pues en los programas a distancia, la constante presencia y comunicación del tutor son sumamente necesarias para orientar el trabajo de los estudiantes y realizar las correcciones necesarias en el proceso o en la metodología didáctica.

Si bien, en la tutoría virtual puede existir una evaluación sumativa al final del proceso de aprendizaje, la evaluación constante es fundamental para un aprendizaje profundo y adecuado a las necesidades y los intereses de los estudiantes. La evaluación formativa permite medir no solo la consecución de los objetivos de aprendizaje por parte de los estudiantes, sino la efectividad de las estrategias didácticas. Este tipo de evaluación constante y de monitoreo del avance de los estudiantes permite realizar los ajustes y las correcciones metodológicas para apoyar de la mejor manera a los alumnos en su proceso de aprendizaje.

Todo lo que el estudiante realiza en un entorno virtual de aprendizaje, en un programa de formación 100 % virtual, se convierte en información valiosa para el docente-tutor si tiene las habilidades para interpretar oportunamente los datos que representan sus acciones en cuanto al aprendizaje, la gestión de los conocimientos, la comprensión de los contenidos y la optimización del tiempo. A esto se le conoce como Learning Analytics,

El Learning Analytics —LA— o Analíticas de Aprendizaje —AA— surge como un campo emergente de la investigación educativa en la era digital que combina elementos de las ciencias de la educación, computación, datos, psicología cognitiva y estadística con la visualización de la información (Gašević, Kovanović y Joksimović, 2017; Baker y Inventado, 2014; Siemens, 2013; Dawson, Joksimović, Poquet y Siemens, 2019; Reimann, 2016). El LA optimiza los procesos educativos utilizando los datos sobre el aprendizaje mediado por las tecnologías educativas en plataformas educativas (Pazmiño-Maji, Conde, y García-Peñalvo, 2021); además estructura algoritmos, para recomendar el orden de los elementos de las lecciones a los estudiantes según sus intereses y desempeño; esto a partir de los análisis efectuados en el sistema (Gašević et al. 2015). En este contexto Zapata-Ros (2015) menciona que la analítica de aprendizaje se ha convertido en un objetivo importante de la investigación, para la transformación; la disponibilidad de grandes cantidades de datos, la consolidación de la educación virtual a gran escala.

La primera definición académica de Learning Analytics surge en 2011 en la *I Conferencia Internacional sobre Analítica del Aprendizaje y el Conocimiento* organizada por la Society for Learning Analytics Research —SoLAR—: “measurement, collection, analysis and reporting of data about learners and their contexts, for purposes of understanding and optimizing learning and the environments in which it occurs” (Siemens, Long, Gašević, , y Conole, 2011, párr. 4). Esto significa que la analítica del aprendizaje abarca cuatro elementos centrales: el aprendizaje-recopilación, la medición, el análisis y la presentación de informes. El informe *Horizon* desarrollado por New Media Consortium (2013) enfatiza en que si LA se aplica e interpreta correctamente permitirá al profesorado entender con mayor precisión las necesidades del alumno y adaptar la docencia de forma óptima a los nuevos escenarios. Por su parte en el *Horizon Report Teaching and Learning Edition* (2021) se establece que la analítica del aprendizaje es un subconjunto del campo más amplio de la analítica de datos y surge de la abundancia de datos disponibles en la actualidad. Mediante el análisis de estos datos se pretende tomar mejores decisiones en cuanto al acompañamiento que se da al estudiante (Pelletier, et al., 2021).

Rojas-Castro (2017) enfatiza que las intervenciones fundamentadas en datos encaminan la mejora del aprendizaje. Es en este punto, donde la investigación y la pedagogía se entrelazan para efectuar una rápida evolución (Becker et al., 2017). Este es el reto de la educación: explorar nuevas oportunidades con el uso de herramientas tecnológicas, para generar un cambio de la forma de enseñar, aprender, evaluar y tomar

acciones acertadas (González, 2019). Entonces, el docente tiene la responsabilidad de promover cambios en el sistema mediante el diseño de espacios de aprendizaje, a partir de los análisis que efectúe de las analíticas de aprendizaje (González, Rincón y Contreras, 2017). Para ello, el docente debe estar empoderado en sus funciones, principalmente de la acción tutorial.

El docente que tiene una función tutorial es quien facilita los procesos de enseñanza aprendizaje en los entornos virtuales de aprendizaje. En este sentido, Mor, Ferguson y Wasson (2015) indican que "la indagación del profesor sobre el aprendizaje del alumno [...], a través de la LA motiva la acción positiva de todos los involucrados en el proceso". Esta acción del profesor implica que la tarea docente incite al máximo al alumno para que también indague e investigue por su cuenta y sea responsable de su aprendizaje, buscando la excelencia en todos los aspectos en los que se desenvuelve.

La Analítica del Aprendizaje abarca una amplia gama de análisis que, según Shum (2012), se puede definir en niveles macro, meso y micro. La analítica a nivel macro busca permitir la analítica interinstitucional; por ejemplo, a través de encuestas de madurez de las prácticas institucionales actuales o mejorando el acceso a los datos a nivel estatal y a los datos de evaluación estandarizados a lo largo de la vida de los estudiantes.

El LA les da a los profesores universitarios la oportunidad de probar y establecer indicadores críticos de seguimiento de sus métodos para determinar sus mejores prácticas; y así identificar los lugares óptimos para enseñar, los elementos físicos adecuados, los espacios apropiados, las horas productivas, las palabras y las actividades apropiadas, así como las formas reales de evaluación.

El docente que utiliza LA induce a sus alumnos a cuestionar lo establecido, colocándolos ante realidades motivadoras, complejas y desafiantes que los hagan capaces de asumir riesgos y enfrentar retos; que sean capaces de desaprender los métodos tradicionales de enseñanza y de aprender a utilizar las nuevas tecnologías en pro del desarrollo de estrategias efectivas ante la demanda de conocimiento por parte de la sociedad.

1.1.1. Definición del problema

La educación virtual ha crecido exponencialmente en todo el mundo. Gran diversidad de instituciones ha implementado la modalidad e-learning para formar, capacitar o brindar estudios sistematizados; rompiendo así las barreras geográficas, de temporalidad, economía o género y apropiándose de metodologías, actividades y recursos para desarrollar programas innovadores (Estévez, Castro-Martínez y Granobles, 2015). Esta modalidad educativa se ha afianzado como una alternativa de formación. Sin embargo, es importante enfatizar que la implementación de la modalidad e-learning, no es solo un cambio de escenario: del pizarrón a la computadora, de fotocopias a un archivo digital; del proyector en clase a una saturación de presentaciones en el campus virtual o plataforma, para que el estudiante las lea en su casa desde el ordenador.

El e-learning, requiere que el docente se proponga innovar e implementar diferentes estrategias, para analizar los datos y las huellas que deja el estudiante en el entorno virtual de aprendizaje, mediante las analíticas de aprendizaje, donde vincule dos ramas multidisciplinarias, la educación y la tecnología, basadas en su experiencia y las respuestas de los estudiantes en el sistema educativo virtual (Nadgauda, 2019). Es decir que debe combinar el conocimiento pedagógico, con el de contenido y tecnológico para extraer los datos, analizarlos y efectuar la mediación pedagógica mediante una tutoría

1. INTRODUCCIÓN

óptima (Aparicio-Gómez y Oscar-Yecid (2020). Para Tan (2017). Esta acción es la capacidad de no separar la habilidad de utilizar la tecnología de la pedagogía. Koh, *et al.* (2016) explican que ambas capacidades deben estar al mismo nivel, y estar vinculadas, además, con la experiencia y las percepciones en ambas disciplinas (Peña -Ayala, 2017).

Entonces la educación virtual va más allá que el simple hecho de servir como medio de comunicación para economizar papel o tener un entorno donde todo converge. El e-learning no pretende solicitar un cúmulo de tareas y colocar una calificación en la plataforma, en lugar de hacerlo en la primera hoja impresa del trabajo. Tampoco es participar en foros, y denotar al ojo quién de todos los usuarios intervino en más ocasiones, o de configurar la opción de calificación automática de cien puntos si escribe doscientas palabras y ochenta puntos si escribe ciento cincuenta. Es en cambio una formación integral, donde la intervención del tutor es trascendental, por lo que no debe limitarse solamente a realimentaciones periódicas; sino que debe asumir su rol de forma dinámica que evidencie su presencia, acompañamiento y motivación para obtener resultados óptimos: evitar la deserción, aumentar la permanencia, la motivación y el rendimiento de los participantes; y es aquí donde Learning Analytics —LA— podrá cobrar importancia, porque los datos que se obtienen a través de los entornos virtuales, correctamente interpretados por el profesor-tutor mediante la aplicación de sus habilidades pedagógicas y tecnológicas, favorecerán el progreso y las mejoras en los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Freitas *et al.*, 2019).

Jiménez, Rodríguez y Hurtado (2017) afirman que la modalidad e-learning el rol del tutor es clave porque no es quien todo lo sabe sino es quien guía y acompaña (p.411). Mediante el uso de LA, se podrán adaptar experiencias de aprendizaje, informar la autodirección del estudiante y apoyar a la planificación del instructor (Wise, y Jung, 2019). Entonces si se analiza el estado actual en cuanto a la producción científica sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente, será posible identificar los propósitos y las habilidades del tutor para mejorar su práctica docente.

Todo tutor o docente debe estar interesado en el desarrollo de cada estudiante, por lo tanto, la tutoría va de la mano con el objetivo principal de la educación y la formación del ser, a través de las analíticas de aprendizaje (Stewart, 2017). Las actividades en línea, en lugar de niveles absolutos, serán los indicadores apropiados de la aparición de problemas y consecuentes riesgos hasta la finalización (Wilson, *et al.*, 2017). Por lo tanto, evaluar el nivel de aceptación tecnológica de los profesores-tutores en la aplicación de LA en ambientes virtuales de aprendizaje, permitirá, establecer cuál es la aceptación tecnológica para desarrollar su práctica docente, pero, sobre todo, el nivel de interés que tienen para usar LA en ambientes virtuales.

La analítica del aprendizaje ya no puede considerarse una posibilidad futura, sino un área que está lista para un mayor desarrollo (Kitto, *et al.*, 2016). En tal sentido, puede ser de utilidad reconocer las variables que intervienen en la construcción del modelo de tutoría virtual apoyado en LA puede ser útil para mejorar la acción del docente tutor y mejorar el rendimiento de estudiantes de programas e-learning. Sin embargo la mayor parte de estudios evidencian que los modelos de tutoría virtual están enfocados en el coaching educativo, el acompañamiento y la tutela del estudiante a en su recorrido académico, pero no consideran las potencialidades que provee el uso del Learning Analytics para facilitar ese acompañamiento aun cuando es un recurso valioso que permite tener datos reales e históricos de los participantes para tomar decisiones precisas a fin de mejorar la gestión del aprendizaje, tal como lo describen Amo y Santiago (2017)

“Gracias a la analítica de aprendizaje, los profesores podemos realizar un seguimiento individualizado de las acciones de nuestros alumnos en los entornos de aprendizaje” (p.13).

Algunos modelos de Learning Analytics, identificados en la literatura han sido desarrollados para ser implementados y gestionados a nivel institucional por personal técnico; no presentan un modelo adaptado al docente que desarrollan la función de ser tutores virtuales.

Mediante una revisión sistemática de la literatura, se ha evaluado la aceptación tecnológica y el nivel de interés de usar LA por parte del profesor para mejorar la práctica docente. Además, se ha utilizado un diseño y validación de un modelo para la tutoría virtual, fundamentado en LA. La cuestión que se estudia en este trabajo de investigación es, por tanto, determinar cuáles son las aportaciones para la mejora del proceso de tutoría virtual en programas e-learning utilizando Learning Analytics.

1.1.2. Preguntas de investigación

- **PI1:** ¿Cuál es la producción científica sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente del periodo 2016 al 2020?
- **PI2:** ¿Cuál es la aceptación tecnológica y el nivel de interés que tienen los profesores- tutores para utilizar LA en entornos virtuales de aprendizaje?
- **PI3:** ¿Qué relación existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes?

1.2. Revisión del estado del arte

En este apartado se incluye el estado del arte estructurado en dos temáticas fundamentales: Learning Analytics para la tutoría virtual y Programas e-learning. Por la naturaleza de los temas, la literatura científica existente es amplia; por tanto, se presenta la información que está directamente vinculada con las áreas de investigación mencionadas.

1.2.1. Tutoría virtual en entornos virtuales de aprendizaje

Debido a la globalización y los avances tecnológicos, las prácticas, estrategias, actividades, procesos y modelos educativos se han transformado a partir de las demandas de la sociedad actual y del surgimiento de metodologías emergentes que han evidenciado la necesidad de desarrollar competencias digitales docentes relacionadas con la forma de enseñar y aprender en los nuevos escenarios aprendizaje (Fernández Jiménez, 2016). Según Espinoza y Ricaldi (2018) la gestión de entornos virtuales de aprendizaje por parte del profesor es un reto ha revolucionado la educación, facilitando el desarrollo de modelos educativos activos que requieren de habilidades y funciones tutoriales.

El docente que desarrolla el hecho educativo en entornos virtuales de aprendizaje cumple un rol fundamental de tutoría virtual que, según Boixadós i Anglès (2017), es una función del docente virtual que se fundamenta en brindar acompañamiento durante el proceso de aprendizaje y cumple así con acciones organizativas, orientadoras, técnicas y

1.2 REVISIÓN DEL ESTADO DE ARTE

sociales en el proceso académico. En este sentido, el docente-tutor además de desarrollar acciones relacionadas con la curación de contenido y la planificación, realiza acciones en el contexto educativo para llevar a cabo una práctica educativa integral, más allá de una clase magistral, porque genera estrategias de intervención y mediación pedagógica que permiten consolidar los saberes de los estudiantes. Sentí, Rodríguez, Baquerizo, Santos y Mendoza (2015) afirman que, en los entornos virtuales de aprendizaje, el rol del docente-tutor se efectúa a través de acciones de liderazgo, proposición de ideas, debates virtuales, teorías y metodologías colaborativas que repercuten en el desempeño del estudiante. Es decir, que el docente se convierte en guía y facilitador del proceso.

En los nuevos escenarios de aprendizaje virtual, según Espinoza y Ricaldi, (2018) el docente-tutor realiza acciones de acompañamiento estudiantil, enmarcadas en competencias comunicativas, organizativas y pedagógicas que son demandadas en la dinámica del proceso de enseñanza en escenarios virtuales. Estas acciones tutoriales requieren que los docentes posean competencias digitales que les permitan hacer buen uso de las actividades y recursos de los sistemas de gestión para mediar oportunamente la acción formativa.

La tutoría es considerada como el grupo de estrategias, actividades y herramientas que se utilizan para apoyar el buen desempeño de los alumnos dentro del proceso educativo, causando motivación y compromiso en su propio proceso (González y Valenzuela 2017). En otras palabras, la función tutorial puede resumirse como la comunicación de los docentes con los estudiantes para lograr una buena comprensión de la información que se les facilita. La comprensión de las instrucciones y el contenido será evidente en los trabajos, ejercicios, evaluaciones; sin embargo, el docente-tutor debe estar presente y disponible para resolver dudas, conflictos e interesarse por el desempeño de cada uno de los estudiantes, con el fin de garantizar la calidad y eficacia del proceso de formación (Mesías, *et al.*, 2018).

Según Fernández (2016), González (2017), Díaz *et al.* (2019) y Mesía Rodríguez (2018) la función tutorial del profesor incluye acciones encaminadas en cinco áreas: (1) académica: referente al dominio de los contenidos; (2) técnica: dominio de herramientas; (3) orientadora: guiar, dinamizar y facilitar; (4) social: fomento de la participación y motivación; y (5) organizativa: acciones formativas.

Por lo tanto, todo docente-tutor debe realizar acciones encaminadas a la monitorización del progreso de los estudiantes, mediar oportunamente los aprendizajes y ejercer su influencia motivadora para desarrollar el hecho educativo (Díaz, Iglesias y Valdés, 2020). Estas acciones tutoriales pueden desarrollarse bajo modelos establecidos que pueden facilitar el proceso.

La efectividad de la tutoría se fundamenta en los modelos de aplicación que se desarrollen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación, se describen algunos modelos de tutoría virtual.

1.2.1.1 Modelo de tutoría y moderación de Gilly Salmon

Según Rivera-Gómez y Lau (2014), Gilly Salmon sustenta un modelo que recorre cinco etapas para alcanzar el nivel deseado de aprendizaje, estas etapas son: (1) acceso y motivación: acceso a la plataforma educativa y conocimiento de las funciones del tutor; (2) socialización en línea: familiarización y creación de puentes entre los entornos culturales, sociales y de aprendizaje; (3) intercambio de información: desarrollo de tareas de facilitación y apoyo en el uso de materiales e aprendizaje; (4) construcción del

conocimiento: progreso del aprendizaje complejo, crítico y reflexivo, y (5) desarrollo: autorregulación del aprendizaje y acompañamiento del docente.

1.2.1.2 Modelo de tutoría de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Según Freixas, Arauz y Ernesto (2015), el modelo de tutoría surge de las problemáticas que enfrenta la educación superior: abandono y rezago, baja eficiencia terminal, altos índices de reprobación, entre otros. Además, se fundamenta en un modelo educativo constructivista, teniendo como función principal, llevar al estudiante de una situación inicial a una situación ideal de aprovechamiento escolar. El modelo de tutoría propuesto por la UNAM se divide en cuatro momentos: (1) previo al inicio: orientar la toma de decisiones sobre la modalidad de estudio; (2) al ingresar: promover la adaptación e integración a la universidad; (3) durante los estudios: promover la retención y el éxito escolar y; (4) al terminar los estudios: promover el egreso del programa con éxito y la adecuada inserción laboral o en estudios de nivel superior.

1.2.1.3 Modelo de tutoría CASE de Owen y Whalley

Según Owen y Whalley (2017), el modelo CASE busca identificar las complejidades, oportunidades y limitaciones de los estudiantes y profesores en un entorno virtual; a su vez propone estrategias para la interacción entre el mentor y los aprendices. El modelo CASE se divide en cuatro etapas: (1) Datos de contextualización: recopilación información sobre el estudiante para establecer la ruta de aprendizaje acorde a las necesidades. (2) Procesos de administración: establecimiento de estrategias para que el estudiante esté listo para el entorno virtual y desarrolle confianza en su capacidad. (3) Andamiaje: desarrollo de habilidades para la gestión del aprendizaje. (4) Procesos de empoderamiento: desarrollar la autonomía y motivación para enfrentar desafíos, reflexiones críticas y autoevaluar sus capacidades, tras un proceso de mejora continua.

1.2.2. Learning Analytics en entornos virtuales de aprendizaje

Los entornos virtuales de aprendizaje permiten al docente-tutor responder mensajes privados, resolver dudas, evaluar los aprendizajes, implementar recursos educativos diversos, generar retroalimentaciones e incorporar herramientas externas para reforzar las dimensiones del proceso educativo (Antón-Jornet y López-Palomera (2020). En este sentido, ante la necesidad de desarrollar esta dinámica educativa y optimizar las interacciones entre alumnos y profesores, de cuantificar y visualizar la motivación o el esfuerzo de los alumnos, Learning Analytics surge como una herramienta maestra capaz de incluir en los entornos virtuales de aprendizaje todo lo anterior y, además, añadir nuevas características según las necesidades y retos de la educación en el nuevo mundo digital (Serrano-Laguna, *et al.*, 2017). Y dado a la gran cantidad de datos disponibles en los entornos virtuales de aprendizaje, LA se constituye en una solución que permite aprovechar estos datos y tomar decisiones fundamentadas en datos procedentes de las interacciones que ocurren durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Despujol y Martínez, 2021).

LA es una disciplina que permite conocer qué ocurre dentro de los contextos educativos virtuales y saber cuál es el desenvolvimiento de los estudiantes, también posibilita el progreso a través de tableros de visualización y otras herramientas, con el fin de mejorar el aprendizaje (Sabulsky, 2019). En este sentido, en los programas educativos desarrollados en modalidades en línea se requiere que los profesores puedan tener a la

1.2 REVISIÓN DEL ESTADO DE ARTE

vista el progreso de los estudiantes para que conozcan las interacciones, los aciertos y los momentos de conexión para intervenir oportunamente con estrategias educativas que fortalezcan y reorienten la gestión del aprendizaje.

A nivel mundial las instituciones de educación superior han realizado diversos esfuerzos para implementar prácticas docentes apoyadas por LA, y en función de esto muchos investigadores han generado propuestas para que la implementación de técnicas de LA no sean esfuerzos aislados en un aula virtual, sino que a través de la puesta en marcha de diversas acciones pueda implementarse a nivel institucional. A continuación, en la Tabla I se muestra un resumen de algunos marcos de LA que se han implementado a nivel global.

Tabla I. Marcos de Learning Analytics

Autor	Marco	Descripción	Componentes
Dawson & Siemens, (2014)	Analytics to literacies: The development of a learning analytics framework for multiliteracies assessment	Se trata de un marco conceptual sobre cómo la analítica del aprendizaje puede ayudar a medir la capacidad individual de los alumnos para alcanzar múltiples alfabetizaciones y proporcionar una perspectiva institucional del progreso educativo.	El marco se basa en los cuatro componentes siguientes: -Experimentación -Productos y creación -Agilidad y ciudadanía en la red -Eficacia y eficiencia de las tareas
Gibson, Kitto & Willis, (2014)	A cognitive processing framework for learning analytics	Se trata de un marco de procesamiento cognitivo que proporciona una base para mapear los niveles de operación cognitiva en un sistema de análisis de aprendizaje en cursos y diseños curriculares.	El marco contempla su aplicación a través de dos componentes: -Proceso de mapeo -Filtrado de resultados
Cormack, (2016)	A data protection framework for learning analytics	Se trata de un marco basado en la protección de datos, que considera la separación de los procesos de análisis e intervención.	El marco se basa en dos etapas: - Análisis -Intervención
Bakharia, et al., (2016)	A conceptual framework	Se trata de un marco conceptual de	El marco se compone de 5 dimensiones:

Autor	Marco	Descripción	Componentes
	linking learning design with learning analytics	análisis del aprendizaje que apoya la evaluación de diseños de aprendizaje basados en la investigación.	-Análisis del tiempo -Análisis específico de la herramienta. -Dinámica de la cohorte -Análisis comparativo -Contingencia
Tsai, et al., (2018)	SHEILA policy framework: informing institutional strategies and policy processes of learning analytics	Se trata de un marco para apoyar a las instituciones de educación superior europeas en la adopción de LA.	El marco se compone de 6 dimensiones: -Mapa del contexto político -Identificar las partes interesadas -Identificar los cambios de comportamiento deseados -Desarrollar una estrategia de compromiso -Analizar la capacidad interna para efectuar el cambio -Establecer marcos de seguimiento y aprendizaje
Sanagustín, et al., (2018)	LALA Framework	Un marco para guiar en el diseño, implementación y uso de las herramientas LALA en las instituciones de educación superior de América Latina.	El marco está integrado por 4 dimensiones para su aplicación: -Dimensión institucional -Dimensión tecnológica -Dimensión ética -Dimensión comunitaria

Nota. Fuente: elaboración propia.

Los marcos presentados en la Tabla I muestran propuestas orientadas a desarrollar capacidades para la medición del rendimiento de los estudiantes, la protección de los datos, el análisis del diseño curricular y el apoyo a las instituciones de educación superior en la adopción del LA.

Desde el 2011 se han creado iniciativas para desarrollar la investigación en el campo del LA. Estos espacios han permitido que profesores, investigadores y administradores de distintas instituciones a nivel mundial presenten sus experiencias, logros, *software*, nuevas teorías vinculadas con el uso de LA en la mejora del aprendizaje. A continuación, en la Tabla II se muestran experiencias y aportes del uso de LA:

1.2 REVISIÓN DEL ESTADO DE ARTE

Tabla II. Experiencias y aportes del uso de LA

Categoría	Autores	Experiencia	Aportes del LA
Aprendizaje disposicional	Tempelaar, <i>et al.</i> , (2017)	La aplicación del análisis de los datos de seguimiento de las tutorías electrónicas permite perfilar al alumno en diferentes grupos, de alumnos en riesgo, y cómo estos grupos en riesgo pueden ser caracterizados con ayuda de los datos de la disposición de aprendizaje.	Establecer una relación entre el antecedente y la consecuencia de la voluntad de aprender, a través de la actividad del alumno. Estudios analíticos de los perfiles de los alumnos son descriptores específicos para determinar las intervenciones educativas.
Aprendizaje móvil	Tabuenca, <i>et al.</i> , (2015)	Aplicar el aprendizaje móvil para el aprendizaje autorregulado a través de la analítica del aprendizaje.	Determinar los tiempos de en el aprendizaje autorregulado a través del registro de las sesiones a través de una aplicación móvil.
Gamificación	Serrano-Laguna, <i>et al.</i> , (2017)	Propuesta de un modelo de interacción que establece una base para aplicar Learning Analytics en serious games.	Modelo de interacción para el seguimiento de los juegos serios y su implementación con especificaciones propias para obtener datos fiables y mejorar el proceso.
Diseño del aprendizaje	Persico, & Pozzi, (2015)	Diseñar el aprendizaje basado en representaciones como para el lenguaje estándar para comunicar sobre planes pedagógicos y otros.	Mejorar la calidad de las intervenciones educativas apoyando su diseño, fomentar el intercambio y la reutilización de prácticas innovadoras entre los educadores.
Gamificación	Mah, D. K. (2016)	LA e insignias digitales, un impacto potencial sobre la retención de estudiantes en la enseñanza superior.	Medir y analizar los datos dinámicos de los estudiantes para conocer sus procesos de aprendizaje y optimizar el aprendizaje y la enseñanza.
Evaluación	Popoola, <i>et al.</i> ,	Medición empírica, seguimiento, análisis e	Dinamización de la investigación basada en

Categoría	Autores	Experiencia	Aportes del LA
	(2018).	información de los resultados del aprendizaje en las instituciones superiores de los países en desarrollo.	la evidencia en el análisis del aprendizaje, conjuntos de datos detallados disponibles públicamente en un archivo de hoja de cálculo de Microsoft Excel.
Evaluación	Martin, F., & Ndoye, (2016).	Uso de Learning Analytics para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en los cursos en línea y mejorar la participación y el rendimiento de los estudiantes en los cursos en línea.	A través de la analítica, los instructores pueden recoger y analizar datos sobre los estudiantes y mejorar el diseño y la instrucción para que sean más significativos para ellos.
Diseño de autoaprendizaje	Koren, & Klamma, (2018)	Análisis del aprendizaje para apoyar el aprendizaje autorregulado en cursos en línea asíncronos: Un estudio de caso en una universidad femenina de Corea del Sur.	Determinación de diferentes perfiles de estudiantes en el entorno virtual a través del aprendizaje autorregulado.

Nota. Fuente: elaboración propia.

En este sentido, es importante destacar que LA se aplica para promover: (a) el aprendizaje disposicional; (b) aprendizaje móvil; (c) gamificación; (d) diseño de aprendizaje; (e) evaluación; (f) autorregulación del aprendizaje; (g) aprendizaje colaborativo; (h) mejora del rendimiento académico; (i) aprendizaje social, entre otros.

Las investigaciones sobre LA han demostrado que aparte de los marcos conceptuales y las experiencias, los modelos de aplicación de LA han sido parte importante en el desarrollo de esta disciplina. A continuación, se describen algunos modelos de LA.

1.2.1.1 Modelo de LA – Universidad a Distancia de Madrid

Según Ravassa (2015), este modelo, consta de cuatro etapas: (1) planificación: definir a los involucrados, fuentes de datos, objetivos y herramientas a utilizar; (2) recolección: proceso donde se reúnen los datos de diversas fuentes; (3) análisis: realiza una evaluación e interpretación de los datos; y, (4) gestión: planificación de estrategias de mejora del modelo académico, utilizando los valores de los indicadores obtenidos en el proceso. Este modelo tiene como objetivo primordial la mejora del modelo académico a nivel

1.2 REVISIÓN DEL ESTADO DE ARTE

institucional y se desarrolla a través de herramientas compatibles con la plataforma Moodle y otras que permiten obtener datos de las actividades externas.

1.2.1.2 Modelo de LA – José Ruipérez-Valiente

Según Ruipérez-Valiente (2020), este modelo, consta de cinco etapas: (1) entornos de aprendizaje: identificar el entorno, participantes y contexto de aprendizaje; (2) recolección de datos en crudo: procesos para recabar y almacenar los datos; (3) manipulación de datos: procesamiento de datos para transformarlos en información educativa útil y sobre la que se pueda actuar; (4) análisis y modelos: proceso iterativo que puede repetir hasta que se alcance los resultados deseados donde se aplican algoritmos de aprendizaje para interpretar los datos procesados y (5) aplicación educativa: proceso que permite la toma de decisiones en la implementación de alternativas de sistemas de recomendación, informes educativos, adaptación de contenidos e interfaz de visualizaciones.

1.2.1.2 Modelo de LA – Universidad Técnica Particular de la Loja

Según Luzuriaga y Rodríguez (2016), este modelo, consta de cuatro etapas: (1) planificación: considerar a los involucrados, fuentes de datos, disposición de datos, objetivos, dimensiones, tipos de análisis y limitaciones; (2) recolección: proceso que se lleva a cabo a mediante herramientas, algoritmos, técnicas y otros instrumentos dedicados a la integración y recolección de datos; (3) análisis: se lleva a través de preprocesamiento de datos, análisis de datos, evaluación y difusión de resultados y (4) gestión: busca proponer nuevas personalizaciones y adaptaciones del modelo académico, con el propósito de buscar la mejora continua en la gestión del aprendizaje.

1.3. Objetivos de investigación

El objetivo general de esta tesis doctoral es **analizar el proceso de tutoría virtual basado en Learning Analytics; a fin de proponer un modelo de tutoría basado en Learning Analytics aplicable en los programas e-learning.**

Uno de los aspectos a considerar como parte del objetivo planteado, es la aceptación de utilizar entornos virtuales de aprendizaje en la práctica educativa, así como el interés por la adopción de herramientas de Learning Analytics en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje por parte de los profesores-tutores.

Por lo anterior, para alcanzar el objetivo principal, se han definido los siguientes objetivos específicos:

1. **ObjEsp1.-**Analizar el estado actual sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente.
2. **ObjEsp2.-**Evaluar la aceptación tecnológica de los profesores-tutores en el uso de entornos virtuales de aprendizaje y su interés en la aplicación de Learning Analytics.
3. **ObjEsp3.-**Explicar la relación que existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes

1.4. Tesis doctoral como compendio de artículos

La presente tesis doctoral como compendio de publicaciones está recogida en el Reglamento de Elaboración, Autorización y Defensa de la Tesis Doctoral (Aplicación del RD 99/2011, de 28 de enero. BOE 10 de febrero de 2011. Aprobado en la Comisión de Estudios Oficiales de Posgrado y 17 la Comisión de Doctorado en Sesión de 18 de enero de 2012. Artículo 5d.), dentro del programa de Doctorado de Ingeniería de la Información y del Conocimiento. De esta forma, se tiene la opción de presentar la tesis como un compendio de tres artículos en revistas de reconocido prestigio, enmarcadas dentro de una secuencia lineal de argumentos, focalizados en una consecución de objetivos concretos.

Para la conformación de esta tesis doctoral, se seleccionaron un total de tres artículos enmarcados en la hipótesis de partida que radica en la propuesta de aportes que contribuyan a la mejora de los procesos de tutoría virtual utilizando Learning Analytics:

- Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio Garcia-Cabot, and Hector R. Amado-Salvatierra. "Learning Analytics to Support Teaching Skills: **A Systematic Literature Review**." IEEE Access 9 (2021): 58351-58363. Factor de impacto: JCR (2019) = 3.745; SJR (2019) = 0.775
- Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio Garcia-Cabot, Recinos-Fernández, Sonia Alejandra, Bojórquez-Roque, Maylin Suleny and Hector R. Amado-Salvatierra. "**Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation.**" International Journal of Engineering Education, IJEE (in press for 2022). Factor de impacto: JCR (2020) = 0.653; SJR (2020) = 0.551
- Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio Garcia-Cabot, and Héctor R. Amado-Salvatierra. "**Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis.**" Applied Sciences 11.4 (2021): 1805. Factor de impacto: JCR (2020) = 2.679; SJR (2020) = 0.44

Como complemento al argumento presentado en los tres artículos, se realizaron otros que adición información relevante, con resultados intermedios y relacionados con los objetivos de esta tesis doctoral, a fin para ampliar conceptos claves dentro del contexto global del estudio.

1.5. Estructura de la memoria de tesis doctoral

Luego de analizar el capítulo 1, que presentó la introducción, la definición del problema, las preguntas de investigación y donde, además del estado del arte, se encontraron los objetivos de la investigación y la justificación de la presentación de la tesis como compendio de publicaciones, se presentan los siguientes capítulos de la tesis:

- El capítulo 2 presenta el compendio de artículos, inicia por el artículo 1, relativo al mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre Learning Analytics como apoyo a la práctica docente. Este artículo sienta las bases teóricas de la tesis y el

1.5 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA DE LA TESIS DOCTORAL

desarrollo de las demás investigaciones. Luego se presenta el segundo artículo; que evalúa la aceptación tecnológica en entornos virtuales de aprendizaje y el nivel de interés de profesores universitarios en el uso de Learning Analytics. Este artículo permite identificar que la facilidad y la utilidad de los entornos virtuales de aprendizaje repercute en la intención de uso y, por ende, en un mayor interés en la utilización de Learning Analytics en la práctica docente. Finalmente se presenta el tercer artículo de la tesis, donde se diseña un modelo de aplicación de LA en la tutoría virtual y se aplica el modelo en contextos e-learning para identificar las variables del modelo que influye en el rendimiento académico de los estudiantes.

- En el capítulo 3 se presenta una discusión de los resultados globales de los tres artículos de la tesis, destacando los aportes y las interrelaciones de los conocimientos contrastados.
- En el capítulo 4 se resumen las conclusiones y las posibles líneas de trabajo futuro.
- Finalmente, en la sección de bibliografía se presentan las referencias utilizadas en la introducción, definición del problema y estado del arte, en un listado ordenado de forma alfabética.

Capítulo 2

2. Compendio de artículos de la tesis

Para evidenciar el trabajo realizado se elaboraron tres artículos, publicados en revistas científicas de reconocido prestigio, estos reflejan las etapas secuenciales necesarias para la elaboración del modelo de trabajo propuesto.

A continuación, se muestra una tabla que contiene las publicaciones, se incluye qué objetivo cubre cada una de ellas; se marca con una X en la intersección de la publicación y el objetivo para indicar que este ha sido alcanzado o parcialmente alcanzado con dicha publicación:

Tabla III: Relación entre artículos y objetivos de investigación

	Título del artículo	Objetivo 1	Objetivo 2	Objetivo 3
1	Learning Analytics to Support Teaching Skills: A Systematic Literature Review	X	X	
2	Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation		X	X
3	Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis	X		X

Nota. Fuente: elaboración propia.

En consecuencia, en la Tabla IV, V y VI se muestra un resumen y análisis del impacto de los tres artículos principales (JCR) y un resumen de los siete artículos de congresos como parte del proceso de construcción de la tesis.

Impacto del artículo 1

Tabla IV: Artículo 1

Título	Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio Garcia-Cabot, and Hector R. Amado-Salvatierra. "Learning Analytics to Support Teaching Skills: A Systematic Literature Review." <i>IEEE Access</i> 9 (2021): 58351-58363. http://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3070294
Resumen	<p>Learning Analytics es un concepto amplio y un campo de rápido crecimiento en la educación superior que permite medir, recopilar y analizar registros digitales de aprendizaje con el propósito de mejorar proceso educativo. Ante estos aportes, surge la pregunta de cómo se ha desarrollado la práctica docente aplicando LA y cuál es el vínculo de estas prácticas con las competencias tecnológicas que deben poseer los profesores. En un intento por contestar a estas interrogantes, en este artículo se presenta un mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre el LA y su vínculo con las competencias tecnológicas docentes desarrolladas en la práctica docente universitaria.</p> <p>El mapeo contempló literatura científica del periodo 2016 al 2020 y la revisión sistemática se desarrolló bajo las siguientes dimensiones: (1) propósitos de Learning Analytics, (2) competencias docentes, y (3) práctica docente en la educación superior.</p> <p>Los resultados sugieren que los propósitos de aplicar LA en la práctica docencia universitaria son diversos y se vinculan con las competencias tecnológicas docentes enmarcadas en el diseño de aprendizaje, la gestión del aprendizaje y la mediación pedagógica.</p>
Impacto	Este artículo ha sido publicado en una de las principales revistas científicas de acceso abierto revisada por pares publicada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) en Estados Unidos. IEEE Access tuvo un factor de impacto de 3,745 y ocupó la posición 35 de 156 (Q1) en la categoría "Computer Science, Information Systems" y la posición 61 de 266 (Q1) en la categoría "Engineering, Electrical & Electronic" del Science Index del Journal Citation Reports 2019. Según el SJR SCImago Journal & Country Rank 2019 esta revista tuvo un SJR de 0,775, un H-Index de 127, y ocupó la posición 494 de 6,221 (Q1) en la categoría "Computer Science (miscellaneous)" y la posición 74 de 793(Q1) en la categoría "Engineering (miscellaneous)".

Nota. Fuente: elaboración propia.

Impacto del artículo 2

Tabla V: Artículo 2

Título	Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio Garcia-Cabot, Recinos-Fernández, Sonia Alejandra, Bojórquez-Roque, Maylin Suleny and Hector R. Amado-Salvatierra. "Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation." <i>International Journal of Engineering Education, IJEE</i> (in press for 2022)
Resumen	<p>Los entornos virtuales aprendizaje son escenarios donde el profesor puede desarrollar estrategias educativas diversas, actividades colaborativas, comunicación sincrónica y asincrónica, evaluaciones, debates y seguimiento de las interacciones de los estudiantes, con el propósito de conocer el contexto e intervenir oportunamente. Este artículo presenta la evaluación de la aceptación del uso de entornos virtuales de aprendizaje por los profesores de educación universitaria. Además, compara los niveles de interés de los profesores por el uso de LA y su efecto sobre la utilidad y facilidad percibida al utilizar estos entornos virtuales de aprendizaje; variables del modelo de aceptación tecnológica utilizado.</p> <p>Los resultados presentan que los profesores-tutores, al percibir como fácil y útil el uso de entornos virtuales de aprendizaje, tienen también la intención de utilizar estos entornos para su gestión docente y, sobre todo, presentan mayor interés por usar estrategias y herramientas de LA en su trabajo como profesores y para fortalecer su función tutorial en la educación universitaria.</p>
Impacto	<p>Este artículo ha sido aceptado para su publicación en <i>International Journal of Engineering Education (IJEE)</i> publicada por TEMPUS Publications en Irlanda. IJEE tuvo un factor de impacto de 0,653 y ocupó la posición 74 de 91 (Q4) en la categoría "Engineering, multidisciplinary" y la posición 38 de 44 (Q4) en la categoría "Education, Scientific Disciplines" del Science Index del Journal Citation Reports 2020. Según el SJR SCImago Journal & Country Rank 2020 esta revista tuvo un SJR de 0,551, un H-Index de 50, y ocupó la posición 102 de 588 (Q1) en la categoría "Engineering (miscellaneous)" y la posición 443 de 1,544 (Q2) en la categoría "Education".</p>

Nota. Fuente: elaboración propia.

Impacto del artículo 3

Tabla VI: Artículo 3

Título	Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio Garcia-Cabot, and Héctor R. Amado-Salvatierra. "Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis." <i>Applied Sciences</i> 11.4 (2021): 1805. https://doi.org/10.3390/app11041805
Resumen	<p>La aplicación del LA en la práctica docente universitaria ha cobrado gran relevancia en los últimos tiempos, permitiendo desarrollar herramientas que facilitan la labor de los profesores-tutores a través de sistemas para identificar y describir datos educativos, de alertas tempranas, de recomendaciones o sistemas adaptativos. Sin embargo, no es suficiente desarrollar herramientas de Learning Analytics si no se poseen competencias tecnológicas docentes y no se aprovechan los beneficios de aplicar LA a partir de un modelo estructurado que guíe a los profesores-tutores en su implementación para la gestión de los aprendizajes. Ante este planteamiento surge la cuestión de cómo diseñar un modelo de aplicación de LA en la tutoría virtual.</p> <p>Este artículo aporta respuestas a través de la elaboración de un modelo de intervenciones del tutor basado en Learning Analytics, específicamente en las siguientes dimensiones: (a) diseño de aprendizaje; (b) mentoría; (c) motivación y, (d) comunicación y retroalimentación. Los resultados presentan una experiencia en la implementación del modelo que permitió verificar que las intervenciones pedagógicas basadas en LA impactan en el desempeño académico de los estudiantes universitarios.</p>
Impacto	<p><i>Applied Sciences</i>-Basel es una revista internacional de acceso abierto publicada por MDPI en Suiza. <i>Applied Sciences</i>-Basel tuvo un factor de impacto de 2,679 y ocupó la posición 38 de 91 (Q2) en la categoría "Engineering, multidisciplinary" del Science Index del Journal Citation Reports 2020. Según el SJR SCImago Journal & Country Rank 2020 esta revista tuvo un SJR de 0,44, un H-Index de 52, y ocupó la posición 127 de 588 (Q2) en la categoría "Engineering (miscellaneous)" y la posición 366 de 2196 (Q2) en la categoría "Computer Science Applications".</p>

Nota. Fuente: elaboración propia.

Otras publicaciones

Tabla VII: Otras publicaciones

Datos de la publicación	Breve resumen
<p>Córdova, L. M. O., Amado-Salvatierra, H. R., & Condori, K. O. V. (2019, July). An Experience Making Use of Learning Analytics Techniques in Discussion Forums to Improve the Interaction in Learning Ecosystems. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 64-76). Springer, Cham.</p>	<p>El objetivo de este estudio fue evaluar la importancia de utilizar la analítica visual del aprendizaje para mejorar y potenciar la interacción en los ecosistemas de aprendizaje. Los resultados muestran que el uso de herramientas de LA aplicadas a los foros que se desarrollan en los cursos virtuales puede poner de manifiesto las intervenciones de alumnos y tutores en los diferentes escenarios de aprendizaje.</p>
<p>Oliva-Córdova, L. M., Amado-Salvatierra, H. R., Monterroso, L., Bojórquez-Roque, M. S., & Villalba-Condori, K. (2019). A learning analytics experience using interaction visualization dashboards to support virtual tutoring.</p>	<p>El trabajo de investigación se fundamentó en la interrogante: ¿cómo apoyar la tutoría en un curso virtual mediante el uso de tableros de visualización de la actividad de los estudiantes? Los resultados presentaron una experiencia de Learning Analytics (LA) utilizando dashboards de visualización como apoyo a la labor del profesor-tutor, destacando que, a través de los gráficos, puede identificarse con mayor facilidad una serie de acciones de los estudiantes que permiten a los profesores intervenir de forma didáctica y pedagógica cuando se requiera.</p>
<p>García-Cabot, A., Amado-Salvatierra, H. R., Ramírez Monteros, C. A., Villalba-Condori, K., & Oliva-Córdova, L. M. (2020). Exploración de la interoperabilidad de herramientas de aprendizaje en la nube. Una mirada hacia las analíticas de aprendizaje.</p>	<p>El propósito de estudio fue identificar los recursos interoperables que pueden vincularse con un entorno virtual para mejorar el proceso educativo. Este trabajo se desarrolló en un contexto universitario y se utilizaron únicamente recursos que cumplen con el estándar LTI (interoperabilidad de herramientas del aprendizaje). Los resultados muestran que las herramientas LTI permiten a los tutores identificar las huellas digitales que se generan con herramientas externas y tomar decisiones a partir de las analíticas de aprendizaje.</p>
<p>Oliva-Córdova, L. M., García Escobar, J. D., Ruiz de Ortiz, M., Borges Amado, B. E., Amado-Salvatierra, H. R., & García-Cabot, A. (2020). Herramientas para potenciar la tutoría</p>	<p>Este trabajo surge a partir de la pregunta de investigación ¿Cuáles son las herramientas para potenciar la tutoría virtual? Dentro de los resultados destacan que el 80% de los participantes ha trabajado de forma activa y cumplido con las actividades programadas, además se evidencia que los entornos virtuales de</p>

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

<p>virtual: una experiencia e-learning para el profesorado.</p>	<p>aprendizaje que administran los profesores participantes del estudio ha sido de beneficio en la estructura, configuración y uso de herramientas tecnológicas, permitiendo así, la mejora de las funciones técnicas, académicas, organizativas, orientadoras y sociales de los tutores virtuales en el desarrollo de los programas académicos.</p>
<p>Oliva Córdova, L. M., Amado-Salvatierra, H. R., & Monterroso, L. (2019). El potencial de aplicar Analíticas de Aprendizaje en Guatemala, creación de una comunidad para desarrollar la investigación educativa en la era digital.</p>	<p>Este artículo presenta las bases para la creación de la comunidad de Analítica de Aprendizaje (Learning Analytics) en Guatemala -LAGT-. La comunidad se propone con una metodología fundamentada en la teoría de difusión de innovaciones de Rogers a través de cinco etapas: a.) Conocimiento, b.) Persuasión, c.) Decisión, d.) Implementación y e.) Confirmación. Este proyecto ambicioso busca unirse a la Comunidad Latinoamericana de Learning Analytics para mayor difusión y visibilidad.</p>
<p>Villalba-Condori, K. O., Deco, C., Córdova, L. M. O., Sayco, S. E. C. C., Bender, C., & Sprock, A. S. (2019, October). A methodology to assign educational resources with metadata based on the purpose of learning. In 2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO) (pp. 221-225). IEEE.</p>	<p>Este artículo presenta una propuesta metodológica basada en la intencionalidad pedagógica del docente, y propone agregar a cada recurso educativo utilizado por el profesor-tutor en los entornos virtuales de aprendizaje ciertos metadatos que corresponden a una acción (verbo) y a los procesos cognitivos que corresponden a ese verbo, así como el contenido del recurso y el contexto vinculado al grupo de estudiantes. Los resultados de este artículo contribuyen con una primera aproximación para el desarrollo de modelo de tutoría.</p>
<p>Córdova, L. M. O., Fernández, S. A. R., Suleny, M., Roque, B., & Cabot, A. G. Application of Social Learning Analytics-SLA- in groups of WhatsApp, to strengthen the virtual tutoring in e-Learning programs of teacher training. Case study: Universidad de San Carlos de Guatemala–USAC.</p>	<p>El objetivo del estudio fue identificar el comportamiento de los estudiantes y las acciones tutoriales que se pueden realizar al aplicar Social Learning Analytics – SLA- en grupos de Whatsapp. Como resultado, se identificaron acciones de tutoría y participación de los estudiantes a través de la cantidad de mensajes enviados, las horas y días con más actividad, el flujo principal de información de los grupos y el estado de ánimo particular del estudiante, a través de los emojis más utilizados.</p>

2.1 Artículo 1 - Mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre Learning Analytics como apoyo a la práctica docente

2.1.1 Contribución del artículo 1

La práctica docente es un proceso en el que interactúan los conocimientos que tiene el profesor en cuanto al contenido, didáctica, contexto educativo, tecnología, fundamentos filosóficos, evaluación, entre otros. Sin embargo, a partir de la globalización y los avances tecnológicos se han generado nuevos escenarios y metodologías educativas que requieren que los profesores posean competencias tecnológicas que les permitan adaptarse a estos cambios constantes e incorporarlos en la gestión de los aprendizajes. En este sentido, LA como una disciplina emergente, presenta nuevas alternativas que pueden incorporarse en la práctica docente para facilitar la función de tutoría virtual que realizan los profesores.

Dentro de los beneficios que se consideran al utilizar LA se encuentran: (a) la generación y la recopilación de información de los entornos virtuales de aprendizaje que no se puede sistematizar con los métodos tradicionales de revisión curricular; (b) el análisis del rendimiento académico estudiantil que puede desarrollarse a partir de la evaluación de los aprendizajes; (c) el monitoreo de las acciones de los estudiantes en los entornos virtuales de aprendizaje como una forma eficaz de orientarlos al logro de los aprendizajes esperados y realizar mediaciones pedagógicas de forma oportuna en el diseño de aprendizaje; (d) desarrollar soluciones para mejorar el trabajo de los profesores, fortalecimiento de las funciones pedagógicas y el manejo de competencias; (e) determinar los diferentes perfiles de estudiantes en los entornos virtuales de aprendizaje; (f) estimar los tiempos de aprendizaje a través de los registros de las sesiones y uso de los sistemas de gestión del aprendizaje, entre otros.

En este contexto es donde entra en juego LA como instrumento para mejorar la práctica docente. Los entornos virtuales de aprendizaje pueden incorporar distintas herramientas que permitan la caracterización del aprendizaje, las recomendaciones oportunas y la mejora de la calidad de las intervenciones educativas apoyadas en datos educativos.

En este capítulo se presenta un mapeo y revisión sistemática de la aplicación del LA en la práctica docente considerando las publicaciones enmarcadas del 2016 al 2020, la distribución geográfica, principales beneficios y áreas de aplicación del LA en la educación universitaria.

2.1.2 Artículo 1

A continuación, se incluye el artículo 1, “Learning Analytics to Support Teaching Skills: A Systematic Literature Review.”, en su versión pre-print.

Learning Analytics to Support Teaching Skills: A Systematic Literature Review.

ABSTRACT Learning Analytics is a vast concept and a rapidly growing field in higher education used by professors to measure, collect and analyze digital learning records to improve learning, generate new pedagogies, and make decisions about technology-driven learning. The following article presents a mapping and systematic literature review on Learning Analytics and its link to the teaching skills carried out in university practice. The research process reviewed 7,886 articles during the period from 2016 to 2020. After applying the inclusion and exclusion criteria, 50 articles were analyzed in-depth under the dimensions of (1) purposes of Learning Analytics, (2) teaching competencies, and (3) teaching practice in higher education. This work provides a basis for identifying gaps and research opportunities related to the application of teaching competencies in the field of Learning Analytics and incorporating it into teaching practice in online tutoring.

INDEX TERMS Learning Analytics, teaching competence, teaching practice, systematic literature review, higher education.

I. INTRODUCTION

Learning Analytics (LA) is the analysis and visualization of student data in order to improve education [1]. It aims to optimize the teaching-learning process through data analysis in order to improve decision-making and benefit the involved parties. For teachers, the use of LA represents a basis for improving teaching processes in the classroom and for monitoring, analyzing, predicting, and intervening in student performance during the teaching process.

With the increase of technology, the world has changed, and so has education; LA contributes with massive data through technology. When did the concept of LA emerge, and how has it evolved? The most popular definition was presented by the Society for Learning Analytics Research (SOLAR) at the First Learning Analytics and Knowledge Conference in 2011 and stated that LA is the measurement, collection, analysis, and reporting of data about learners and their contexts, in order to understand and optimize learning and the environments in which it occurs [2, 3]. LA involves measuring, collecting, analyzing, and reporting data about learners and their contexts to understand and optimize learning and the environments in which it occurs [4]. Although [5] says that LA is a broad term that sometimes refers to the prediction of complex models, [6] defines it as a discipline that uses intelligent data, analysis models, and learner-centered data generation. LA is also considered as the art and science of collecting, analyzing, and reporting data about learners in and seeking to improve teaching-learning processes [7] [8].

This article aims to link LA to the Information and Communications Technology (ICT) competencies described by UNESCO and their implementation in teaching practice.

While digital technology is increasingly common in schools and classrooms, finding ways to improve student learning remains a challenge for researchers and practitioners [9]. In order to optimize the learning process and the work of teachers, UNESCO developed the ICT Competency Framework for Teachers (ICT-CFT) as a guiding tool to bring teachers closer to the use of ICT in education. Within the framework of the 2030 Agenda for Sustainable Development, ICT-related targets are mainly found in Goal 4: Quality Education. Version 3 of the ICT-CFT was launched in 2018, including recent changes and technological developments in education. This latest version includes other aspects, such as the implementation of artificial intelligence, the Internet of things, and mobile technologies.

Educational institutions are increasingly using LA to identify and act with students at risk of underachievement or disruption [10]. For teachers, the task of integrating the use of LA into education is an opportunity to develop digital skills related to the knowledge society, and to enable their students to use and benefit from them as well. Achieving these social and economic goals is critical for the global education system. Teachers must be equipped to guide the next generation to adopt these goals and achieve them [11].

The ICT-CFT indicates six aspects of teacher professional practice, each consisting of 3 levels, adding up to 18 competencies. If teachers have competencies in using ICT, then they will be able to deliver better quality education. The six aspects are: (1) understanding the role of ICT in education policy, (2) curriculum and assessment, (3) pedagogy, (4) application of digital skills, (5) organization and management, and (6) professional learning by teachers. The first level is knowledge acquisition, the second level is knowledge enhancement, and the third level is knowledge creation. At this point, the question is, how has teaching practice developed by applying LA, and how does it relate to UNESCO's ICT competencies?

Researchers have argued that understanding patterns in the vast amount of data available could be valuable in addressing dropout problems in online learning, in improving student participation and performance, and overall learning experiences that lead to improved student satisfaction [12].

As a newly defined field, LA draws on theories and methodologies from disciplines as diverse as education, psychology, philosophy, sociology, linguistics, learning sciences, statistics, artificial intelligence, and computer science that must dialogue with each other to ensure educational improvement [3] [6] [13].

The research process contemplated a review of 7,886 articles framed between 2016 and 2020, which, after applying the criteria of inclusion and exclusion (Table 1), made an in-depth analysis of 50 articles under the dimensions of (1) purposes of LA, (2) teaching skills and (3) teaching practice in higher education.

The contribution of this work is framed in: (a) identifying the objectives of applying LA in higher education; summarizing the ways of using LA in teaching practice; (c) summarizing the results of studies related to the association of teaching competencies with the use of LA in the university context.

The remainder of the article is organized as follows: section II describes the review method; section III includes the results (mapping and systematic review) and section IV discussion. Finally, section V concludes with the study.

II. REVIEW METHOD

The systematic literature review was based on the procedure suggested by the method by [14,15,63,64,65]. The main objective is to review the literature to identify, evaluate and interpret existing studies on a research topic.

This procedure is based on three moments that are established in Figure 1: (1) planning, (2) conducting, and (3) reporting the study.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

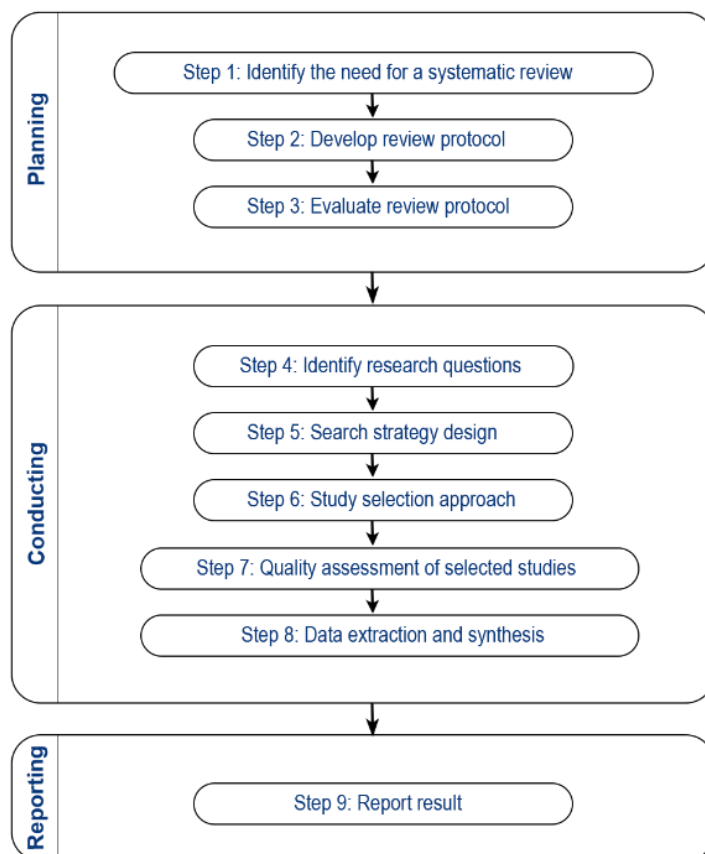


FIGURE 1. Systematic review process

A. PLANNING REVIEW AND MAPPING

This phase identified the need for a systematic review to identify gaps and opportunities for research related to the application of teaching competencies in Learning Analytics and their incorporation into teaching practice in online tutoring.

A review protocol was planned for the study's validity and to avoid research bias. Three researchers with expertise in the study variables participated in the design of the protocol, which resulted in the development and evaluation of the research protocol after several meetings and discussions.

After planning the review and mapping, we proceeded to: (a) identify the research questions (b) design the search strategies; (c) establish the inclusion and exclusion criteria for the study; (d) evaluate the quality of the selected studies; (e) data extraction and synthesis; and (f) reporting of results.

B. RESEARCH QUESTIONS

Mapping question (MQ):

To develop the mapping, we proceeded to establish the following questions:

MQ1. How many studies have been published during the years 2016 -2020?

MQ2. What is the geographical distribution of publications in LA?

MQ3. What have the main benefits of applying LA been?

MQ4. In which areas has LA been applied?

MQ5. What is the most used language in this type of publication?

Research question (RQ):

To develop the systematic literature review, the following research questions were established from three dimensions: (1) purposes of LA; (2) teaching competence; and (3) teaching practice:

RQ1. What are the purposes for which LA has been applied in higher education?

RQ2. How are teaching competencies associated with the use of LA in the university context?

RQ3. How has LA been applied in teaching practice?

Scope of the research:

To define the scope of the research, the PICOC method proposed by [66] was considered:

- *Population/Problem (P)*: the target group for the research. In this study: learning analytics.
- *Intervention (I)*: this element specifies the research aspects or topics of interest to the researchers. In this case, the research gaps and opportunities related to the application of teaching competencies in the field of LA and their incorporation into teaching practice in online tutoring between the years 2016 to 2020.
- *Comparison/Control (C)*: element of the research to which the intervention is compared. In the case of this work, we did not seek to make comparisons between different LA application settings.
- *Outcomes of interest (O)*: the effect of the intervention. Proposals for the application of LA in teaching practice and its link with teaching competencies in the university context were sought.
- *Context (C)*: the research setting or environment. In this sense, the higher education environment was taken into consideration.

C. SEARCH STRATEGY

At this stage, the concepts of the search were determined: teaching practice, learning analytics and teaching skills, which emerged from a process of review and narrative analysis of the current literature, where an opportunity was found to investigate the application of teaching competencies in the field of LA and its incorporation into teaching practice in the university context.

The period from 2016 to 2020 was chosen due to the fact that in these last 5 years the topic of the use of LA has become more relevant in higher education, transforming educational models and allowing new changes in teaching practice [67].

To establish the databases (DB), the recommendations of [63, 68] were considered, which ensure that WoS and Scopus databases aggregate most of the most relevant scientific content. We also considered including specific databases in the field of study and accessible from the university library; seven databases were selected: WoS, Scopus, SciELO Citation Index, ScienceDirect, Scielo, IEEE Xplore and Google Scholar.

To carry out the information search process, inclusion and exclusion criteria were established, as shown in Table 1, and the searches were carried out during the year 2020. Scientific articles or book chapters in open access were considered for the study; documents that to be published in journals are thoroughly evaluated by reviewers and editors to verify the validity of the shared knowledge. Open access is one of the criteria

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

that promotes the democratization of knowledge, allowing scientific literature to be available, thus eliminating economic barriers and, in no small extent, reuse permissions [69].

Once the DB were chosen, search equations were developed, including the critical concepts linked by Boolean operators. Each keyword was searched in the two established languages.

Some of the combinations used, based on the keywords, were:

- "Higher education" AND "Literature Review" AND "Learning Analytics"
- "Review" AND "LA" AND "Higher education"
- "Systematic Literature Review" AND "Learning Analytics" AND "Higher education"
- "Review" AND "Teaching practice" AND "Learning Analytics"
- "Review" AND "Learning analytics" AND "Higher education"
- "Revisión de la literatura" AND "Analíticas de aprendizaje" AND "Educación Superior"
- "Práctica docente" AND "Analíticas de aprendizaje" AND "Revisión de la literatura" AND "Educación Superior"

D. STUDY SELECTION

To answer the different questions posed, six inclusion criteria (IC) and six exclusion criteria (EC) were established as shown in Table 1.

TABLE I
INCLUSION AND EXCLUSION CRITERIA

Inclusion criteria (IC)	Exclusion criteria (EC)
<ul style="list-style-type: none"> • IC1 - Type of document: scientific article, book chapters • IC2 - Type of Access: open • IC3 - Timing: publication between 2016 - 2020 • IC4 - Educational level: research focused on higher education • IC5 - Language: Spanish and English • IC6 - Keywords: learning analytics, teaching practice, higher education. 	<ul style="list-style-type: none"> • EC1: Informative articles, bachelor's thesis, master's thesis, doctoral thesis, conference proceedings, papers, news, specialized blogs, and book reviews. • EC2: No Open Access • EC3: Published before 2016 • EC4: Research focused on industry and other levels: preschool, elementary, secondary, and upper secondary education. • EC5: Languages other than Spanish and English • EC6: Any reference that does not include the keywords.

E. QUALITY ASSESSMENT

Based on the established inclusion criteria, a Google form was developed in order to apply a final filter to the selected documents. This form included several indicators organized into two sections:

- **Section 1. Dissemination aspects:** database where the document is located; type of document; language; author's name; year of publication; document name; and means of dissemination.
- **Section 2. Theoretical-methodological aspects:** state of the art; background; methodology; instruments (validity and reliability); theory underlying the research; text related to the keywords; study participants, and emerging concepts. Each indicator was evaluated with one of three values: 5 (mentioned and is the central theme), 3 (mentioned, but is not the central theme), and 1 (not mentioned).

At this stage, it was established which articles would be analyzed in-depth during the systematic literature review. The determining factor was the score obtained by each one, according to the established values. Those that scored equal to or higher than average was selected for an in-depth analysis.

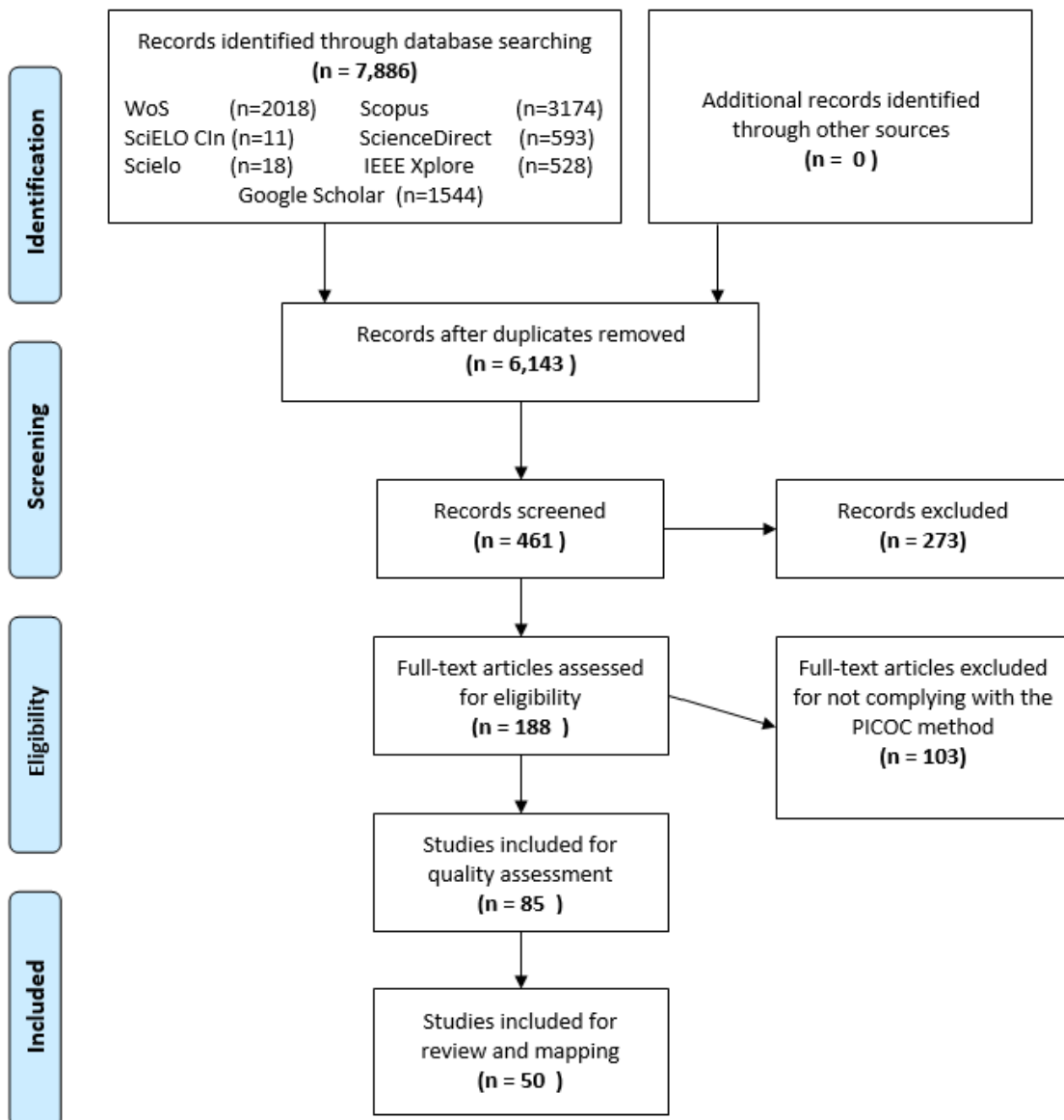


FIGURE 2. PRISMA diagram by [70].

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

F. DATA EXTRACTION AND SYNTHESIS

At this stage, folders were created for each database in the EdNote manager, in order to store the publications found. Then, the selected databases were searched with the following filters:

- The author(s) details
- The topic area
- Year of publication
- Institution
- Type of document (Revision)
- The type of publication (Open Access)
- Country
- Language

The search and filtering process were performed differently, depending on the characteristics of the academic databases. Figure 2 shows the distribution of the publications found by database.

To show detailed information on the total number of articles considered in the study, the PRISMA flow chart generally applied for reporting systematic reviews was used [70].

To carry out the synthesis of the information, tables and graphs were used for the mapping and in-depth analysis was used for the review based on the dimensions:

- Dimension 1. Purposes of LA
- Dimension 2. Teaching competence
- Dimension 3. Teaching practice

Table 2 shows the distribution of items according to dimensions.

TABLE II
DISTRIBUTION OF ARTICLES BY SIZE OF THE STUDY

Dimension	Number	Publications
Purposes of LA	24	[Aldowah et al., 2019; Banihashem et al., 2018; Chan et al., 2019; Ciordas-Hertel et al., 2019; Cui et al., 2019; Du et al., 2019; El Alfy et al., 2019; Hui et al., 2019; Knobbout et al., 2018; Larrabee et al., 2019; Lei et al., 2017; Na et al., 2017; Nouri et al., 2019; Parks, 2016; Reche et al., 2020; Rojas-Castro, 2017; Sant, 2016; Santi et al., 2018; Tsai et al., 2017; Wong et al., 2020; Wong et al., 2018;]
Teaching competence	11	[Avello et al., 2016; Escudero-Nahón et al., 2019; Gedrimiene et al., 2019; Hooda et al., 2020; Ifenthaler et al., 2018; Kim, 2019; Li et al., 2020; Sarker et al., 2019; Sergis et al., 2017; Stewart, 2017]
Teaching practice	15	[Avella et al., 2016; Chiappe et al., 2017; Gašević et al., 2017; Hughes et al., 2018; Jayashanka et al., 2018; Leitner et al., 2017; Liz-Domínguez et al., 2019; Massa et al., 2018; Peña-Ayala, 2018; Peñaloza, 2018; Pishtari et al., 2020; Rajabalee et al., 2019; Teasley, 2019; Valverde-Berrocoso et al., 2020; Viberg et al., 2018]

III. RESULTS

A. MAPPING RESULTS

During the systematic literature review, 50 articles were studied based on the questions established for in-depth analysis. Some of the articles were placed in two dimensions since they addressed two terms of the three that were researched.

The data in Figure 3 reveals that most of the documents related to the search terms that are available in open access are in order of highest to lowest in the following databases: Spocus, Google Scholar y Web of Science (WoS).

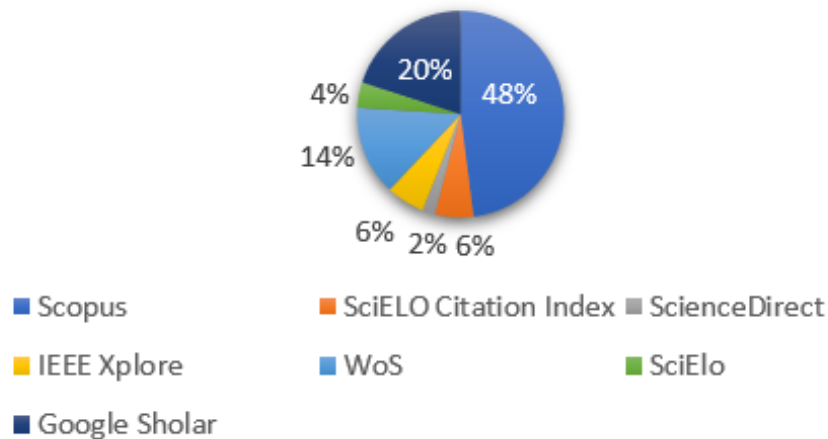


FIGURE 3. Distribution of scientific production according to databases. The results of the mapping are made based on the questions posed.

MQ1. How many studies have been published during the years 2016 -2020?

The number of selected papers per year was counted in order to answer the first mapping question. The results cover 2016 to 2020. The last update of the review was in June 2020. Figure 4 shows the distribution of papers by year. Also, the scientific output related to the fundamental concepts increased from 2017, reaching the highest percentage in 2019.

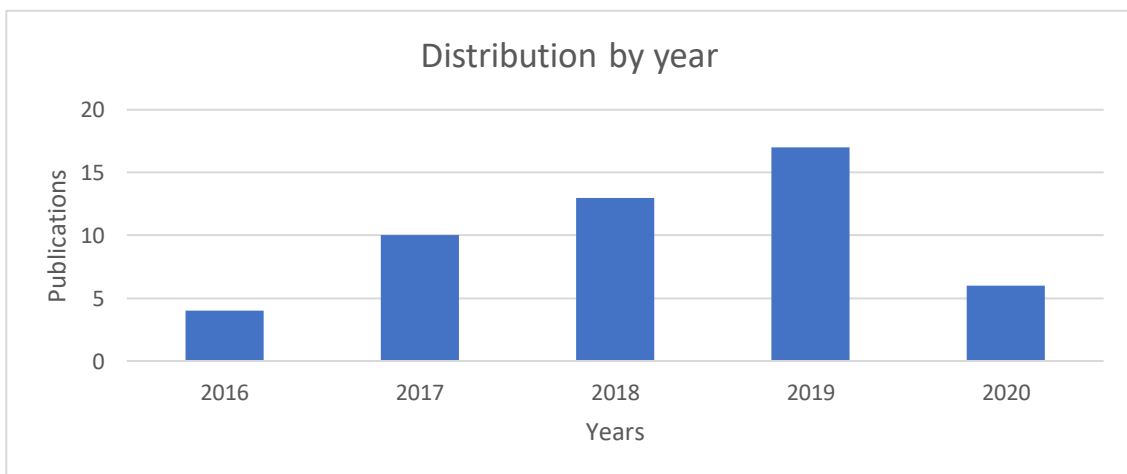


FIGURE 4. Distribution of scientific production 2016 -2020.

MQ2. What is the geographical distribution of publications in LA?

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

Based on the inclusion criteria, the data showed that the most significant scientific production of LA literature review concepts was in the United Kingdom, China, and the United States.

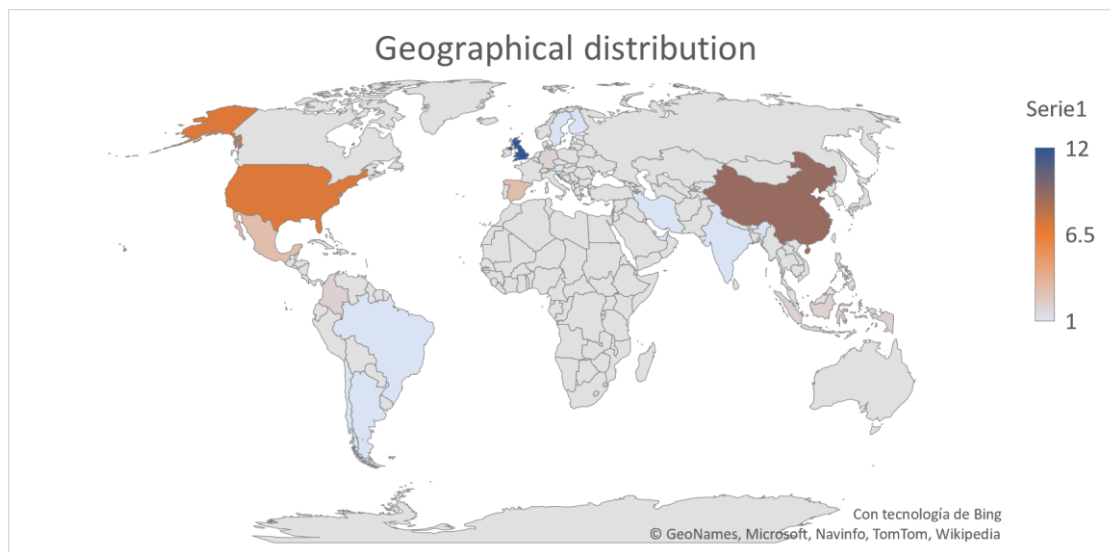


FIGURE 5. Geographical distribution of publications on LA.

MQ3. What have been the main benefits of applying LA?

The main areas that have benefited from the application of LA are summarized in Figure 6.

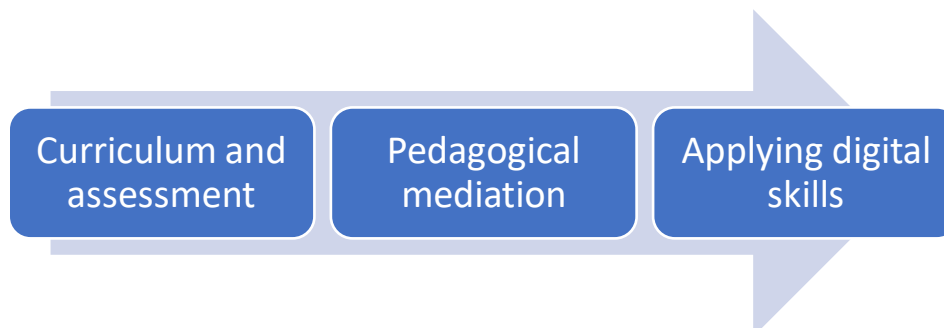


FIGURE 6. Key benefits of applying LA.

Based on [16] conception that LA consists in the collection, measurement and analysis of large volumes of data generated by learners in their learning contexts, and that its purpose is to predict potential educational problems that could arise, anticipate effective solutions and thus improve academic achievement, benefits were identified from applying LA to develop the (a) curriculum and assessment, (b) pedagogical mediation and (c) application of digital competencies.

The results show that the use of LA as part of the curriculum review can provide information that cannot be systematized with traditional curriculum review methods. Also, it can provide useful and practical information. However, the challenge is to develop analytical tools that can help teachers conduct LA independently [17].

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

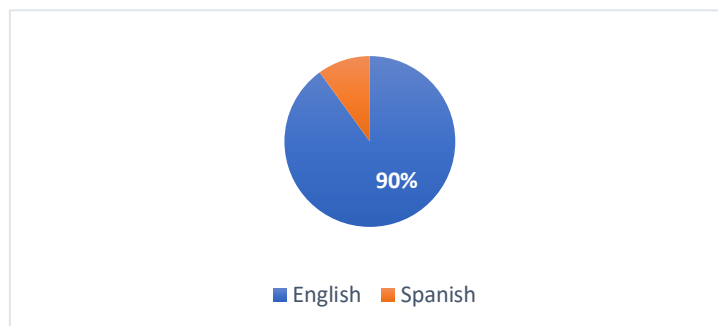


FIGURE 8. Prevailing language

B. RESULTS OF THE SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

As part of the review, the research questions (RQ) posed in the research protocol were answered and are presented through three dimensions that frame the answers that can deduce the state of the research field and thus generate a summary of the current situation.

In each dimension, the RQs are answered and supported by summary tables, followed by a discussion of the results.

Dimension 1: Purposes of LA

Regarding **RQ1. What are the purposes for which LA has been applied in higher education?** it is important to mention that in order to answer this question the following purposes were considered, which were identified in the review:

1. Monitoring and analysis
2. Prediction and intervention
3. Tutoring and mentoring
4. Evaluation and feedback
5. Adaptation
6. Personalization and recommendation
7. Reflection

The selected articles were found to be related to the purpose of LA and higher education and refer to the concept of LA as a set of techniques for collecting, analyzing and delivering actionable, student-generated data to develop appropriate strategies for improving learning processes, student performance or the institution itself [21]. LA can also be defined as the measurement, collection, analysis, and reporting of data about students and their learning contexts to understand and optimize learning and the environments in which it occurs. [22]. Also, LA is the analysis of student data to improve education, as it focuses on the study of student behavior regarding the educational content provided. It focuses on analyzing data in order to improve assessment, predicting student learning outcomes, supporting teachers in teaching with the use of LA tools, and improving educational quality. LA presents unprecedented opportunities to properly evaluate new teaching strategies that incorporate digital technology, such as the inverted classroom. [16].

In terms of LA objectives [23] include *reflection* and *prediction*. *Reflection* serves as self-assessment, and *prediction* facilitates decision making for learning paths to predict and improve learning. The stakeholders are the clients of the data (teachers) and the subjects of the data (students). With the use of LA, it is possible to use the behavioral

footprints of learners to create better learning environments and strategies for students. For example, virtual classrooms in systems such as Moodle or Blackboard, and the digital repositories associated with them, store large amounts of data by recording traces of interaction between students and teachers, and even among the students themselves.

LA has become one of the fields of educational technology and has generated interest in educational researchers and practitioners according to [24] among the application purposes of LA is analysis, evaluation, feedback, and recommendation. Analysis on teaching methods, learning performance, and understanding of social, cognitive, and behavioral problems, assessment of learning and effectiveness for virtual learning environments is one of the uses of LA for educational administrators. Regarding feedback and recommendation [25] mentions that the use of LA gives answers to learning needs to improve students' performance and for educators, it supports the understanding of the learning process.

The use of learning management systems in education has increased in recent years allowing, according to [26], a better *monitoring* of students; who have begun to use their cell phones more, and access to online content has become part of their lives, which generates a considerable amount of data that with the use of LA tools becomes really useful for *tutoring* and *mentoring*.

Another objective of applying LA in higher education has been to make timely interventions based on students' e-learning usage behaviors, identifying the number of logins, time spent on e-learning platforms, and other resources that have been studied and identified as positively associated with academic performance outcomes [27].

Student data are relevant, and factors such as time, number of clicks, comments in publications and time spent on a given platform are analyzed, as are multimodal data such as log files, gaze behavior, perspiration, facial expressions of emotions, heart rate and electrothermal activity, since these data can be relevant to understand cognitive, affective and motivational processes in students; therefore, LA is used with the purpose of better understanding learning processes to *adapt* and *personalize* teaching through data collection, measurement, analysis and presentation [28].

Phil Long and George Siemens present a table to differentiate the objectives of LA:

TABLE V
LEVELS AND OBJECTIVES OF LA BY [2]

Type of analysis	Level and objective of analysis	Beneficiary
Learning Analytics	Course level: social networking, conceptual development, discourse analysis, "smart curriculum".	Students, institution
	Departmental: predictive modeling, success/failure patterns.	Students, institution

Dimension 2: Teaching competencies

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

RQ2 How are teaching competencies associated with the use of LA in the university context? entails recognizing that with the use of new technologies, teachers are assuming new roles, and as a result, new pedagogies and methods are being adopted for teacher training. Teaching skills of the future will include the ability to devise innovative ways of using technology to improve the learning environment and foster the acquisition, deepening, and creating knowledge. Professional learning of teachers will be a central component of this educational improvement.

The ICT-CFT advocates the concept of professional development of teachers as a lifelong learning process. To this end, the learning and application of teachers' digital competencies are acknowledged as an integral part of their capacity development, from their initial training to their continuing education throughout their careers [11].

LA promises to support the success of the study in higher education. Therefore, they are increasingly adopted in higher education institutions [30]. Information and communication technologies are increasingly mediating learning and teaching practices and the way educational institutions manage their administrative work [31]. Teachers are responsible for preparing themselves to deliver the best courses they can teach. Technology is continuously evolving, and many tools can be used in educational work. Competencies also refer to the capacity or ability to perform a given task; in this sense, it is expected that teachers can appropriate knowledge and use the tools provided by technology for their professional practice. The 18 competencies developed by UNESCO are essential, since they provide a framework for each teacher to develop and apply them in their classroom, whether in a face-to-face setting or the virtual classroom, if online. Educational institutions are increasingly using LA to identify and act with students at risk of underachievement or disruption and to assist them. With the development of LA, intervention delivery has relied on data-based approaches to identify student problems and provide a personalized, timely assistance [10, 32, 58, 61]. Higher education in the 21st century must continue to promote discovery in the field through the utility of LA as a key element in supporting an education appropriate for the world in which we live and engage with it from the perspective of different educational actors, such as teachers, students, principals, and families [20, 33, 62].

Recent research on technology-enhanced learning environments has indicated the need to redefine the role of teachers as designers. How can we empower teachers to become more involved in designing innovative technology-enhanced learning activities for deep student learning? [34]. The problem is that the rapid acceptance of LA diverts educators' attention from identifying the requirements and implications of its use in higher education [20]. The potential capabilities and benefits that LA can provide are not fully utilized. Current research suggests that LA has more to offer for the continuous improvement of higher education institutions [35]. There is a need for educational institutions to provide teachers with ongoing training and the means to receive continuing education in the use of ICT.

Teacher research is identified as a critical global need to drive the continuous improvement of teaching and learning conditions for students. However, specific barriers (mainly related to teachers' data literacy skills) may delay their involvement in research to improve their teaching practice [36, 59, 62]. Teachers, school administrators and others

need support and training in ethics, technology, and logical data handling procedures. All parties must understand how data are generated and used to make predictions [37]. It is essential to provide teachers with updated material so that they can have different resources to work and learn how to use the LA operation, teach their students in innovative ways, and evaluate them most appropriately.

Further considerations are needed to establish communication channels between interested parties and adopt pedagogically based approaches to LA [38]. This training process goes beyond pure knowledge, and its purpose is to be applied on a day-to-day basis and that both teachers and students benefit from it. For LA to find interest and usability among educators, a change from professional use to practical application is needed [39]. In-service training will help teachers develop practical skills in applying IT-based pedagogy and implementing innovative tools for classroom management, curriculum implementation, student assessment, and learning improvement. Within this context, we can mention the inverted classroom, educational games, the use of data mining, the use of dashboards, and the implementation of learning metrics. The purpose of the inverted classroom is for the student to optimize the time spent in the classroom, studying previously at home and coming to the classroom to solve doubts with the teacher or put into practice what has been learned. This process can be designed on digital platforms that allow students to easily access the necessary information and design their own virtual learning environment. The Open Learner Models (OLM) and LA Dashboards (LAD) include intelligent tutoring systems, LA, and regulated learning self-assessment. The use of these tools provides students with up-to-date information on their learning status in an interactive way, which is beneficial to the educational process and can help teachers keep track of their students. The explosive growth in the number of digital tools used in everyday learning activities generates data on an unprecedented scale, providing exciting challenges across academic communities [40]. LA tools can be used for tracking purposes. However, data from these tools alone will not provide benefits for improving learning designs. Therefore, it is essential to create synergy between LA and learning design, where performance, engagement, interactions, and student satisfaction can be improved [41, 60].

TABLE VI
UNESCO ICT-CFT ELEMENTS LINKED TO LA (SELF-ADAPTATION)

Areas	Definition
Curriculum and assessment	This aspect explores how ICTs can promote specific objectives defined in the curriculum and how they can assist in assessment. At knowledge acquisition level, this aspect shows the advantages that ICTs can offer for teaching the curriculum and for assessment; then, it promotes the application of these tools at the deepening knowledge level and finally, at the stage of knowledge creation, it encourages teachers to reinterpret the curriculum to function effectively in a knowledge society and to devise authentic assessment strategies to monitor progress.
Pedagogy	This aspect encourages teachers to acquire ICT skills in order to improve teaching and learning methods. At knowledge acquisition

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

Areas	Definition
	level, ICTs are integrated into traditional teaching methods. At this level, teaching methods are often didactic, while at subsequent levels, teachers are encouraged to adopt alternate, learner-centered pedagogies; ideally, problem-based and project-based methodologies that integrate collaboration and cooperation.
	This aspect has a substantial dimension at the knowledge acquisition level because necessary ICT skills are a prerequisite for integrating technology into teachers' work.
Digital skills applications	The digital tools identified at this level are common and well-known, such as word processing and presentation software, email applications, and social networking. However, the other levels are less specific about the tools to be used, letting the learning community determine which tools are best suited to the tasks at hand.

The results show that the use of LA as part of the curriculum review can provide information that is not possible with traditional curriculum review methods and can provide useful and practical information [17]. The growth of LA is guided by the need to use the knowledge gained from data analysis in making interventions to improve learning [29]. Different forms of assessment are used with students, and teachers are exposed to innovative assessment tools such as educational games.

Through the collection and analysis of relevant data regarding students to assess, predict and optimize teaching and learning (Pedagogy), LA provides reliable technical support for the implementation of individualized teaching [42]. Recent technological developments have enabled LA researchers to capture the fingerprints of student learning activities in virtual learning environments. It is claimed that this rich and detailed information about actual student behavior provides educators with potentially valuable information about how students react to different learning designs and how students "at-risk" might be supported in completing their studies [43].

The LA also provides practitioners and researchers with information on educational data that are useful in supporting decisions in teaching and learning management [44]. Teachers and students should develop skills (Application of digital competences) to respond to the demands of the knowledge society and be able to process and critically apply relevant and pertinent information for problem-solving, in creative and innovative ways [57].

Dimension 3: Teaching practice

RQ2. How has LA been applied in teaching practice?

Sarker, Stewart and Sergi agree that incorporating technology into the teaching-learning process can empower teachers to improve their teaching practice through LA methods and tools. It can also be an effective way to develop new learning in educators and improve their outcomes. However, teachers, students, and administrators should obtain the best possible information to improve learning within educational institutions.

[9, 39, 36]. The widespread integration of digital technology in higher education influences teaching and learning practices and provides access to data, mainly available in online learning environments, that can be used to enhance student learning [45]. Teachers' educational practice is a dynamic, reflective activity that involves developments in teacher-student interaction. It is not limited to the teaching concept, i.e., the educational processes that take place within the classroom. However, it includes pedagogical intervention that occurs before and after the classroom's interactive processes [46].

Teaching practice is the social activity that the teacher carries out when teaching a class. In this exercise, teachers are influenced by their academic training, preparation, and the context in which they work. In teaching practice, solutions must be developed in order to improve teachers' work, pedagogical functions, the handling of competencies, and evaluation models. In practice, teachers become communicators. They share their knowledge of a specific subject with their students so that they may also be trained; the message is the knowledge that they must teach creatively and effectively so that students may absorb this knowledge and make it their own. The teacher can implement different activities to improve his classes and evaluate the students on the contents taught. Teaching practice includes planning the activities and tasks developed during the process of teaching and learning within the classroom. Recent developments in LA have attracted much attention from researchers and practitioners, as well as from various stakeholders, exploring the potential of LA to improve learning and teaching practices [47].

LA is an emerging field focused on the study of student behaviors regarding the educational content presented to them. The key in these technologies is to seek standardization of the data obtained, being this task particularly tricky since the collection generates diverse ranges of data. [48]. Educational data mining and LA can be used for better decision making related to course design, teaching tools, and pedagogical approaches to involve students more and to support those at risk of failure. Educational institutions are increasingly using LA to identify and act with students at risk of underachievement or disruption [49]. For example, data can provide information about why students do not graduate, why a student drops out of a course, and why they have difficulty completing a task. In the area of learning assessment, non-conventional assessment methods such as serious games, or so-called educational games, can be used. The use of educational games can be helpful and motivating; however, first, it must be resolved that teachers can adapt the game to the needs of their students and access data to verify whether the objectives of teaching have been met; this helps develop skills such as awareness-raising, attitude change, learning or teaching. The goal is to improve the learning process in students through data collection and implementation of LA. The educational game has been implemented in education effectively; schools up to higher education institutions are making use of these tools. There are already several studies on the use of play-based learning in education and its relationship to learning and knowledge retention.

Assessment and feedback are vital in a teaching and learning process, so it must be allowed, as well as mechanisms for educators to measure learning. As stated by Avella and Aldowah, various LA methods that include visual data analysis techniques, social network analysis, semantic and educational data mining that includes prediction, clustering, relationship mining, a discovery with models, and data separation for human

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

judgment for analyzing data can be useful in developing a student-centered strategy and provide the necessary tools that institutions can use for continuous improvement [20, 50].

LA is considered the third wave in educational technology and is a promising new field of study [51]. Education must adapt to the 21st century and the use of technology to optimize learning. LA applied to higher education has enabled the detection of students at risk and the prediction of each student's learning needs in the same way that teachers must adapt to change. The use of planning systems and software in data analysis speeds up decision-making and favors the process of continuous improvement in education. A student's online activities generate an enormous amount of data that is wasted if it is not used and analyzed. Depending on the nature of the data being analyzed and the objective that the analysis task must fulfill, several sub-disciplines can be defined in data analysis. Examples of these are text analysis, audio analysis, video analysis, and social network analysis [52]. Another aspect worth mentioning, related to its link with other related fields, is that the instrumental dimension of LA is oriented towards the conversion of massive data from its original state (i.e., unstructured, complex, etc.) into useful information. Big Data refers to data that is fundamentally too large and complex and moves too fast for the processing capacity of conventional database systems. The value of large data is the ability to identify useful information and convert it into useful data by identifying patterns and pattern deviations [53]. Under this premise, LA draws on analytical tools from various fields, such as EDM, machine learning, or classical statistical analysis. [29].

TABLE VII
BENEFITS OF USING LA IN TEACHING PRACTICE

Areas	Benefits of using LA in teaching practice
Planning and Design of learning	<ul style="list-style-type: none"> • Identify which learning activities are being practical with students. • Analyze the most effective methods for evaluating the learning being used • Identify information to improve teaching and learning methods. • The improvement in the determination of competencies and the mapping of the Curriculum.
Learning management	<ul style="list-style-type: none"> • Making decisions related to redesigning learning experiences. • Identify pedagogical approaches that are being effective in teaching practice. • Predicting student dropouts and making timely decisions • Identify students who are having difficulty with homework submission. • Predicting the learning needs of students in a learning environment • Measure more accurately what is happening in the Learning Management Systems (LMS).
Tutoring and	<ul style="list-style-type: none"> • Identify students who present a certain degree of motivation and participation in the courses.

Areas	Benefits of using LA in teaching practice
pedagogical mediation	<ul style="list-style-type: none"> • Identify students who need personalized feedback and tutoring to advance learning management further. • Accelerate decision making to encourage continuous learning improvement • Conduct pedagogical interventions with students based on student interaction data.

The use of LA has excellent advantages in predicting student learning outcomes. By using LA, it is possible to find information to improve teaching and learning methods, as well as to facilitate decision making. LA can dramatically impact existing models of education and generate new ideas about what works and what does not work in teaching and learning. Furthermore, despite its importance and educational potential, LA's current implementation should no longer be limited to highly technical profiles. However, it should be open to the academic community and the general population [33]. The results are potentially transformative for all levels of the current education system [5]. The purpose of LA is to tailor educational opportunities to the individual student's need and capacity through actions such as acting with at-risk students or providing feedback and instructional content [20]. Many higher education institutions are investigating the possibility of developing predictive models of student success that use different available data sources to identify students who may be at risk of failing a course or program [54]. The intervention has long been practiced in higher education to assist at-risk or underachieving students. With the development of the intervention, the intervention's delivery has been based on data-based approaches to identify students' problems and provide timely, personalized assistance [55]. LA applied to higher education has made it possible to detect students at risk and predict the learning needs of each student.

The application of LA intervention, its purpose, effects, and examples are also discussed in this document. The results show that most LA interventions have an impact on student learning success [47]. Interventions have led to outcomes such as improved study performance, retention, and course registration, as well as productivity and effectiveness in learning and teaching [56]. LA uses several methods, including visual data analysis techniques, social network analysis, semantic and educational data mining, including prediction, clustering, relationship mining, model discovery, and data separation for human judgment to analyze data [20].

Table 7 shows the benefits identified using LA in teaching practice, divided into three areas in which teachers develop: (1) Learning planning and design, (2) Learning management, and (3) Tutoring and pedagogical mediation. In conclusion, the use of LA in higher education has significant benefits; however, there are also considerable challenges such as technical aspects, lack of technology and trained personnel, resistance to change, and addressing issues such as ethical use of data.

IV. DISCUSSION

From the findings found, it is established that LA is framed in the measurement, collection, analysis, and presentation of data about students and the contexts in which they interact, in order to understand their situation about the learning process, optimize learning and understand educational environments from digital platforms, social

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

networks, and web-based devices, in order to improve education. In this sense, the actions that teachers should perform for learning management are key, without losing sight of (1) the purposes for applying LA, (2) the adoption of new digital competencies associated with LA, and (3) the benefits of applying LA in teaching practice.

The analyzed works show that the purposes for which LA has been used in higher education are: (a) Monitoring and analysis, (b) Prediction and intervention, (c) Tutoring and mentoring, (d) Evaluation and feedback, (e) Adaptation, (f) Reflection and (g) Personalization and recommendation [23-28]. In the works analyzed, it is evident that prediction and monitoring as LA purposes have been used more frequently in learning performance topics [23, 27]. On the other hand, adaptation and personalization of learning are being developed but have not gained the first two momenta [28].

The ICT Competency Framework for Teachers proposed by UNESCO presents a series of aspects and competencies necessary to develop teaching practice. Considering these competencies, it was found that (a) the curriculum and assessment, (b) pedagogy, and (c) digital skills applications are associated with the use of LA in the university context. This means that, through LA-based digital tools and resources, the professor can analyze the curricular standards and determine the possible pedagogical use to meet these standards [17]. In terms of pedagogy and the selection of appropriate pedagogical solutions to enhance the learning of disciplinary content, the LA is a tool for the design of learning from educational data [11]. On the other hand, to implement LA in learning management processes, teachers must possess digital competencies to monitor, intervene, tutor, evaluate and recommend using digital tools based on LA [31, 39-40, 57].

In teaching practice, the application of LA has been developed in different ways. However, the findings show the benefits of using LA in teaching practice impact planning, learning design, learning management, virtual tutoring, and pedagogical medication.

This work aimed to relate LA to the competencies in Information and Communication Technologies (ICT) described by UNESCO and their application in teaching practice within the university context. As in any research process, different validity threats and certain limitations can be detected in these studies. In the case of mappings and systematic reviews of the literature [63], it points out that "certain non-controllable limitations may influence them." One of the main threats is the authors' bias concerning some aspects of the research.

To mitigate this bias, the PICOC method was used to establish the research scope. A quality assessment instrument was developed that included two aspects: (1) dissemination aspects and (2) theoretical-methodological aspects.

Regarding the presentation of the results, the levels of teaching competencies carried out when applying AL in university contexts were not established; however, the components proposed by the ICT Competency Framework for Teachers proposed by UNESCO, whose objective is to provide materials for teachers, experts, and education professionals, were established.

V. CONCLUSIONS

This paper presents a systematic review and mapping to identify and analyze the application of teaching competencies in the field of learning analytics and their incorporation into teaching practice in the university context.

In order to analyze the texts, a protocol and a review strategy were designed, based on the work of other authors, through which the information is systematized and structured. During the review and mapping process of the articles, 7,886 articles from different databases were originally found. This number was reduced to 50 articles, using different criteria, review strategies and quality assessments. In this way, the papers that were considered most relevant for this research were obtained.

This article focused on the application of LA in higher education. Through a review of recent literature (2016-2020), we analyzed how the use of LA is linked to the curricular goals of training and the teaching skills needed in an everchanging world, where technology is increasingly entering the field of education. This is an innovative approach, which is presented as the new meeting point for the implementation of competencies in teaching practice. Several articles describe a systematic literature review, some providing a comprehensive view of the benefits of applying LA and others delving into specific aspects that also require attention. Some studies focus on LA tools that teachers can use to improve; the term learning design and the application of LA for curriculum review are referred to.

This paper presents a systematic literature review focused on three dimensions: (1) Purposes of LA, (2) Teaching competencies, and (3) Teaching practice.

Dimension 1: The purposes of LA identified through the information contained in the articles reviewed include monitoring and analysis, prediction and intervention, tutoring and mentoring, evaluation and feedback, adaptation, personalization, and recommendation, as well as reflection, concerning both the administrative area of the institutions as well as the teaching and learning process that takes place within the classroom. The information also indicates that, although there are diverse uses for the data and, in particular for the improvement of processes, monitoring of teacher and student performance, decision making, improvement of the quality of processes, the data generated can be partially used or even wasted.

Dimension 2. Teaching skills are related to new pedagogies, digital skills, attention to students' needs, new didactic strategies for deep learning, computer literacy of teachers for teaching practice and data management, adequate evaluation, application of digital tools, and fingerprint identification in activities outside the LMS. Teaching skills become a crucial element in the use of technology in the classroom and the data generated by the LA. The use of information depends on its identification, interpretation, analysis, and use for decision making with the intention of improvement.

Dimension 3. Teaching practice is the silver bridge between the use of technologies, methods and digital tools through a vigorous, but reflexive activity of the teacher and the student, appropriate curricular adaptation to technologies, the intervention of students according to their performance or continuity in the process, application of didactic alternatives developed for technologies, such as serious games, verification and evaluation of the process of teaching and learning through technology, the discovery of emerging models, continuous improvement of processes, and the conformation of predictive models to detect risks of diverse types in students.

Taking the systematic literature review as reference point, which presents original data that can support future studies on the implementation of LA, it is possible to identify various opportunities. In the first dimension, the implementation of LA in institutional plans is relevant, motivating the digitalization of processes and optimizing the existing ones. In the second dimension, an ambitious and extensive scenario can be seen. However, it is possible in terms of the development of teaching skills and the use of data generated by LA, which, although it cannot be considered uniquely due to current needs, it does offer a wide field of intervention.

Regarding the third dimension, which is considered a relevant field of interest, and the growing advance of technologies applied to education, an opportunity is identified for the systematization of teaching practice that proposes an option for the structuring of the virtual educational process, based on the Framework of Competences for ICT Teachers, developed by UNESCO. This may be a first step towards establishing LA as a source of information on the educational process. The implementation of a system with a primary role of the LA could represent a way to develop teaching and learning with greater relevance and quality, in terms of the use of technologies and all its resources, considering both the LMS or educational platforms, as well as external tools profusely developed in recent years. In order

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

to carry out this objective, we propose the design, validation, and systematization of a prototype that allows the effective and pertinent development of the teaching-learning process, with the quality and depth required by higher education, considering that the implementation of LA is an innovative aspect that is transforming higher education by facilitating the interaction between the different parties involved, teachers, students, administrators, and researchers. The challenge is to adapt education to the information age, reinvent how it is taught, and optimize the available resources that technology provides, such as learning analytics.

REFERENCES

- [1] Knobbout, Justian, and Esther Van Der Stappen. "Where is the Learning in Learning Analytics? A Systematic Literature Review on the Operationalization of Learning-Related Constructs in the Evaluation of Learning Analytics Interventions." *IEEE Transactions on Learning Technologies* 13.3 (2020): 631-645.
- [2] Siemens, George, and Phil Long. "Penetrating the fog: Analytics in learning and education." *EDUCAUSE review* 46.5 (2011): 30.
- [3] Ferguson, Rebecca. "Learning analytics: drivers, developments and challenges." *International Journal of Technology Enhanced Learning* 4.5-6 (2012): 304-317.
- [4] Ferguson, Rebecca, et al. "Moving forward with learning analytics: expert views." *Journal of Learning Analytics* 6.3 (2019): 43-59.
- [5] Siemens, George. "Learning analytics: envisioning a research discipline and a domain of practice." *Proceedings of the 2nd international conference on learning analytics and knowledge*. 2012.
- [6] Siemens, G. "About: Learning analytics and knowledge." *1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. New York, USA: ACM, 2011.
- [7] Clow, Doug. "An overview of learning analytics." *Teaching in Higher Education* 18.6 (2013): 683-695.
- [8] Khan, Salam Ullah, Sadaqat Ali Khan Bangash, and Kifayat Ullah Khan. "Learning analytics in the era of big data: A systematic literature review protocol." *2017 International Symposium on Wireless Systems and Networks (ISWSN)*. IEEE, 2017.
- [9] Sarker, Md Nazirul Islam, et al. "Leveraging Digital Technology for Better Learning and Education: A Systematic Literature Review." *Int. J. Inf. Educ. Technol* 9.7 (2019): 453-461.
- [10] Larrabee Sønderslund, Anders, Emily Hughes, and Joanne Smith. "The efficacy of learning analytics interventions in higher education: A systematic review." *British Journal of Educational Technology* 50.5 (2019): 2594-2618.
- [11] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. "UNESCO ICT Competency Framework for Teachers" place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France, 2018.
- [12] Rajabalee, Yousra Banoor, Mohammad Issack Santally, and Frank Rennie. "The Use of Learning Analytics to Improve Online Learning Outcomes: A Systematic Literature Review." (2019).
- [13] Dawson, Shane, et al. "Current state and future trends: A citation network analysis of the learning analytics field." *Proceedings of the fourth international conference on learning analytics and knowledge*. 2014.
- [14] Cooper, Harris. *Research synthesis and meta-analysis: A step-by-step approach*. Vol. 2. Sage publications, 2015.

- [15] García-Peñalvo, F. J. "Método para la revisión sistemática de literatura." (2020).
- [16] Escudero-Nahón, Alexandro, and Emma Patricia Mercado López. "Uso del análisis de aprendizajes en el aula invertida: una revisión sistemática." *Apertura* (Guadalajara, Jal.) 11.2 (2019): 72-85.
- [17] Armatas, Christine, and Christine F. Spratt. "Applying learning analytics to program curriculum review." *The International Journal of Information and Learning Technology* (2019).
- [18] Gašević, Dragan, Vitomir Kovanović, and Srećko Joksimović. "Piecing the learning analytics puzzle: A consolidated model of a field of research and practice." *Learning: Research and Practice* 3.1 (2017): 63-78.
- [19] Peña-Ayala, Alejandro. "Learning analytics: A glance of evolution, status, and trends according to a proposed taxonomy." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery* 8.3 (2018): e1243.
- [20] Avella, John T., et al. "Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education: A systematic literature review." *Online Learning* 20.2 (2016): 13-29.
- [21] Reche, Pilar Cáceres, et al. "Analíticas de aprendizaje en educación superior: una revisión de la literatura científica de impacto." *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation* 13 (2020): 32-46.
- [22] Verbert, Katrien, et al. "Dataset-driven research to support learning and knowledge analytics." *Journal of Educational Technology & Society* 15.3 (2012): 133-148.
- [23] Peñaloza Báez, Marcela Juliana. "Big data y analítica del aprendizaje en aplicaciones de salud y educación médica." *Investigación en educación médica* 7.25 (2018): 61-66.
- [24] Hui, Yan Keung, and Lam For Kwok. "A review on learning analytics." *International Journal of Innovation and Learning* 25.2 (2019): 197-222.
- [25] Leitner, Philipp, Mohammad Khalil, and Martin Ebner. "Learning analytics in higher education—a literature review." *Learning analytics: Fundamentals, applications, and trends*. Springer, Cham, 2017. 1-23.
- [26] Pishtari, Gerti, et al. "Learning design and learning analytics in mobile and ubiquitous learning: A systematic review." *British Journal of Educational Technology* (2020).
- [27] Chan, Albert KM, Michael G. Botelho, and Otto LT Lam. "Use of Learning Analytics Data in Health Care–Related Educational Disciplines: Systematic Review." *Journal of medical Internet research* 21.2 (2019): e11241.
- [28] Ciordas-Hertel, George-Petru, et al. "Adopting Trust in Learning Analytics Infrastructure: A Structured Literature Review." *J. UCS* 25.13 (2019): 1668-1686.
- [29] Rojas-Castro, Pablo. "Learning analytics: A literature review." *Educación y Educadores* 20.1 (2017): 106-128.
- [30] Ifenthaler, Dirk, and Jane Yin-Kim Yau. "Utilising learning analytics for study success in higher education: A systematic review." *Open oceans: Learning without borders* (2018): 406-411.
- [31] Nouri, Jalal, et al. "Efforts in Europe for Data-Driven Improvement of Education—A review of learning analytics research in six countries." (2019).

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

- [32] Wong, Billy Tak-Ming, Kam Cheong Li, and Samuel Ping-Man Choi. "Trends in learning analytics practices: a review of higher education institutions." *Interactive Technology and Smart Education* (2018).
- [33] Chiappe, Andres, and Lilian Patricia Rodríguez. "Learning Analytics in 21st century education: a review." *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação* 25.97 (2017): 971-991.
- [34] Kim, Mi Song. "Developing a competency taxonomy for teacher design knowledge in technology-enhanced learning environments: a literature review." *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* 14.1 (2019): 18.
- [35] El Alfy, Shahira, Jorge Marx Gómez, and Anita Dani. "Exploring the benefits and challenges of learning analytics in higher education institutions: a systematic literature review." *Information Discovery and Delivery* (2019).
- [36] Sergis, Stylianos, and Demetrios G. Sampson. "Teaching and learning analytics to support teacher inquiry: A systematic literature review." *Learning analytics: Fundamentals, applications, and trends*. Springer, Cham, 2017. 25-63.
- [37] Gedrimiene, Egle, et al. "Learning Analytics in Education: Literature Review and Case Examples From Vocational Education." *Scandinavian Journal of Educational Research* (2019): 1-15.
- [38] Tsai, Yi-Shan, and Dragan Gasevic. "Learning analytics in higher education---challenges and policies: a review of eight learning analytics policies." *Proceedings of the seventh international learning analytics & knowledge conference*. 2017.
- [39] Stewart, Courtney. "Learning Analytics: Shifting from theory to practice." *Journal on Empowering Teaching Excellence* 1.1 (2017): 10.
- [40] Teasley, Stephanie Danell. "Learning analytics: where information science and the learning sciences meet." *Information and Learning Sciences* (2019).
- [41] Jayashanka, Rangana, K. P. Hewagamage, and Enosha Hettiarachchi. "Improving Blended Learning in Higher Education Through the Synergy between Learning Design and Learning Analytics." *2018 IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. IEEE, 2018.
- [42] Lei, Shi Jie, et al. "A literature review on learning analytics." *International Journal of Social Media and Interactive Learning Environments* 5.3 (2017): 201-213.
- [43] Hooda, Monika, and Chhavi Rana. "Learning Analytics Lens: Improving Quality of Higher Education." *International Journal* 8.5 (2020).
- [44] Du, Xu, et al. "A systematic meta-Review and analysis of learning analytics research." *Behaviour & Information Technology* (2019): 1-14.
- [45] Viberg, Olga, et al. "The current landscape of learning analytics in higher education." *Computers in Human Behavior* 89 (2018): 98-110.
- [46] García Cabrero, Benilde, Javier Loredó Enríquez, and Guadalupe Carranza Peña. "Análisis de la práctica educativa de los docentes: pensamiento, interacción y reflexión." *Revista electrónica de investigación educativa* 10.SPE (2008): 1-15.
- [47] Na, Kew Si, and Zaidatun Tasir. "A systematic review of learning analytics intervention contributing to student success in online learning."

- 2017 International conference on learning and teaching in computing and engineering (LaTICE). IEEE, 2017.
- [48] Massa, Stella Maris, and Franco D. Kühn. "Learning Analytics in Serious Games: a systematic review of literature." 2018 IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON). IEEE, 2018.
- [49] Larrabee Sønderlund, Anders, Emily Hughes, and Joanne Smith. "The efficacy of learning analytics interventions in higher education: A systematic review." *British Journal of Educational Technology* 50.5 (2019): 2594-2618.
- [50] Aldowah, Hanan, Hosam Al-Samarraie, and Wan Mohamad Fauzy. "Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis." *Telematics and Informatics* 37 (2019): 13-49.
- [51] Banihashem, Seyyed Kazem, et al. "Learning analytics: A systematic literature review." *Interdisciplinary Journal of Virtual Learning in Medical Sciences* 9.2 (2018).
- [52] Liz-Domínguez, Martín, et al. "Systematic literature review of predictive analysis tools in higher education." *Applied Sciences* 9.24 (2019): 5569.
- [53] Parks, Cecelia. "Book Review: Big Data and Learning Analytics in Higher Education: Current Theory and Practice." *LOEX Quarterly* 43.3 (2016): 2.
- [54] Cui, Ying, et al. "Predictive analytic models of student success in higher education." *Information and Learning Sciences* (2019).
- [55] Wong, Billy Tak-ming, and Kam Cheong Li. "A review of learning analytics intervention in higher education (2011–2018)." *Journal of Computers in Education* 7.1 (2020): 7-28.
- [56] Wong, Billy TM, and Kam Cheong Li. "Learning analytics intervention: A review of case studies." 2018 International Symposium on Educational Technology (ISET). IEEE, 2018.
- [57] Avello Martínez, Raidell, and Josep M. Duarte. "Nuevas tendencias de aprendizaje colaborativo en e-learning: Claves para su implementación efectiva." *Estudios pedagógicos (Valdivia)* 42.1 (2016): 271-282.
- [58] Li, Kam Cheong, and Billy Tak-Ming Wong. "The use of student response systems with learning analytics: a review of case studies (2008-2017)." *International Journal of Mobile Learning and Organisation* 14.1 (2020): 63-79.
- [59] Liñán, Laura Calvet, and Ángel Alejandro Juan Pérez. "Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution." *International Journal of Educational Technology in Higher Education (ETHE)* (2015): 98-112.
- [60] Sant, Jeff. "Literature Review Presentation on: Learning Analytics ("LA")." (2016).
- [61] Suhartono, Entot. *Systematic Literature Review (SLR): Metode, Manfaat, Dan Tantangan Learning Analytics Dengan Metode Data Mining Di Dunia Pendidikan Tinggi*. INFOKAM 13.1 (2017).
- [62] Valverde-Berrocoso, Jesús, et al. "Trends in educational research about e-learning: a systematic literature review (2009–2018)." *Sustainability* 12.12 (2020): 5153.
- [63] Neiva, Frâncila Weidt, et al. "Towards pragmatic interoperability to support collaboration: A systematic review and mapping of the literature." *Information and Software Technology* 72 (2016): 137-150.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

- [64] Kitchenham, Barbara, and Stuart Charters. "Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering." (2007).
- [65] Kitchenham, Barbara A., David Budgen, and O. Pearl Brereton. "Using mapping studies as the basis for further research—a participant-observer case study." *Information and Software Technology* 53.6 (2011): 638-651.
- [66] Petticrew, Mark, and Helen Roberts. *Systematic reviews in the social sciences: A practical guide*. John Wiley & Sons, 2008.
- [67] Wilson, Anna, et al. "Learning analytics: Challenges and limitations." *Teaching in Higher Education* 22.8 (2017): 991-1007.
- [68] Kitchenham, Barbara. "What's up with software metrics?—A preliminary mapping study." *Journal of systems and software* 83.1 (2010): 37-51.
- [69] United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2018) Global Open Access Portal.
- [70] Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

2.1.3 Resumen de los resultados artículo 1

En este apartado se ha mostrado un mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre la aplicación del LA en la práctica docente. Los resultados del mapeo evidencian que la mayoría de los documentos relacionados con los términos de búsqueda que se encontraron están en orden de mayor a menor en las siguientes bases de datos: Scopus, Google Scholar y Web of Science. Además, la distribución geográfica de las publicaciones científicas seleccionadas se encuentra en su mayoría en el Reino Unido, China y Estados Unidos, destacando que los principales beneficios de aplicar LA son el fortalecimiento de: (a) el currículo y la evaluación; (b) la medicación pedagógica y, (c) la aplicación de competencias digitales. Por último, se destaca que las áreas de aplicación de LA son: (a) beneficios y aplicación de LA en la educación superior; (b) predicciones; (c) intervenciones pedagógicas, y (d) análisis y uso de los datos de aprendizaje para el éxito en la educación superior.

En cuanto a la revisión sistemática de la literatura, se desarrolló bajo las dimensiones: (1) propósitos de Learning Analytics, (2) competencias docentes, y (3) práctica docente en la educación superior. Los resultados sugieren que las instituciones de educación superior que han aplicado LA lo han hecho considerando los siguientes propósitos: (a) seguimiento y análisis; (b) predicción e intervención; (c) tutoría y mentoría; (d) evaluación y retroalimentación; (e) adaptación del aprendizaje; (f) personalización y recomendación, y (g) reflexión. Por otro lado, las competencias tecnológicas docentes que se ponen en práctica en el hecho educativo se vinculan especialmente con las siguientes competencias TIC que propone la UNESCO: (a) currículo y evaluación: pues el LA presenta soluciones encaminadas a describir cómo se aplica el currículo e identificar las estrategias de evaluación del aprendizaje con mayor rendimiento; (b) pedagogía: porque a través del LA se pueden resolver problemas complejos que permiten tomar decisiones oportunas y potenciar el aprendizaje de los contenidos disciplinares, y (c) aplicación de competencias digitales: debido a que el LA hace uso de herramientas y sistemas de gestión de aprendizaje para medir, recopilar, analizar e informar los datos sobre las interacciones de los estudiantes.

En el próximo capítulo se analiza el interés de los profesores en el uso de LA y su aceptación en el uso de entornos virtuales de aprendizaje; siendo estos los escenarios donde se lleva a cabo la recopilación y análisis de datos educativos.

2.2 Artículo 2 -Evaluación de la aceptación tecnológica en entornos virtuales de aprendizaje y nivel de interés en el uso de Learning Analytics

2.2.1 Contribución del artículo 2

Los entornos virtuales de aprendizaje constituyen los escenarios educativos donde se integran actividades y recursos, con el propósito de desarrollar el currículo y cumplir con los objetivos de aprendizaje planificados por el profesor. Sin embargo, el uso de estos entornos de aprendizaje requiere de competencias tecnológicas que les permitan a los profesores la gestión eficiente de los recursos y las actividades, considerando que estos espacios van más allá de ser meros repositorios donde solo se almacenan grandes cantidades de documentos para lectura y descarga. En este sentido, es importante considerar los entornos virtuales de aprendizaje como un elemento esencial donde se desarrollan los procesos de LA y, por lo tanto, es necesario que los profesores perciban fácil y útil estos espacios, para que su actitud hacia el uso se vea reflejada en la intención de utilizarlos de forma continua para la gestión del aprendizaje.

Una de las posibles razones por las que los profesores eligen herramientas y sistemas de gestión del aprendizaje es por su percepción de facilidad y a raíz de esto presentan un deseo de utilizar nuevos sistemas y combinarlos con otros para obtener beneficios que en faciliten su práctica docente. Tal y como muestran los resultados del estudio anterior, la aplicación de LA en la práctica docente trae consigo grandes beneficios, pues permite tomar decisiones a partir de las huellas digitales que dejan los estudiantes en los entornos virtuales de aprendizaje y mejorar los procesos educativos.

Todas las tecnologías que se implementan surgen a partir de un interés, de una necesidad, de un proceso que requiere una mejora, de una intención de sistematización y aprovechamiento de los recursos para optimizar la gestión. En el caso de que una institución, un administrador, un profesor o un investigador requiera analizar los contextos donde se desarrollan los aprendizajes, necesita utilizar LA porque a partir de la medición, la recolección, el análisis y el informe puede tomar decisiones que repercutan en el acto pedagógico. Por lo tanto, evaluar la aceptación del uso de los entornos virtuales de aprendizaje, comparar los niveles de interés de los profesores por el uso de LA y su efecto sobre la utilidad y la facilidad percibida al utilizar los entornos virtuales de aprendizaje se constituye en un aporte respecto al uso de LA en la tutoría virtual.

En este capítulo se exponen y comparan los resultados obtenidos tras la evaluación de la aceptación tecnológica de los profesores universitarios en entornos virtuales de aprendizaje y su interés por incorporar el proceso de LA a su quehacer educativo.

2.2.2 Artículo 2

A continuación, se incluye el artículo 2, “Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation”, en su versión pre-print.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio García-Cabot, Recinos-Fernández, Sonia Alejandra, Bojórquez-Roque, Maylin Suleny and Hector R. Amado-Salvatierra. "Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation." *International Journal of Engineering Education, IJEE* (in press for 2022)

Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation

Abstract:

The digital acceleration that took place in the middle of COVID-19 pandemic made the universities implement strategies to face the challenges brought about by the irruption of non-face-to-face education. In Guatemala, the universities opted for online, virtual, and distance learning methodologies where in a short time they organized themselves to build a learning system to solve the emergency, which in the beginning was considered to last a few weeks; however, the digital learning ecosystems were consolidated, as time went by, and to the extent that all agents of the educational community were involved in the process. The higher education institutions implemented strategies to continue providing instruction, and the academic year ended with a full distance education system, using virtual educational platforms and networked communities to optimize time and resources that are transforming university management worldwide. This work presents a theoretical model that assessed teachers' technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation. The study was prepared from the perspective of 345 teachers from different faculties in a higher education institution. The work is complemented with recommendations and best practices from the experience with a special focus on the use of learning analytics techniques in virtual engineering education.

Keywords: Virtual Learning Environments, Engineering Education, Technology Acceptance, Learning Analytics

I. Introduction

The spread of a pandemic in the year 2020, caused transformations in higher education in a short time. According to the United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO), in April 2020, higher education institutions were closed in more than 185 countries, affecting a large educational population [1].

From this perspective, it is necessary to reflect on how teachers have faced the emergency. Have they been trained to adapt to virtual learning environments, and what tools and strategies have they used to facilitate their teaching practice and student follow-up? Considering that education in virtual environments involves knowledge of instructional design, digital pedagogy, didactic strategies, assessment techniques, and online communication to develop learning experiences [2], teachers carried out various initiatives to communicate with their students [3], and this implied a challenge of techno-pedagogical skills, based on sustainable, dynamic and flexible methodologies.

UNESCO and other institutions emphasize that relevant teaching and learning methods and content that meet the needs of all learners and are delivered by teachers with adequate qualifications, training, remuneration, and motivation, using appropriate pedagogical approaches and supported by emerging technologies, are essential to address the current situation [4-6].

In the studies of [7-8], it is proposed that in order to face the current situation, governments, and higher education institutions must have a (a) basic infrastructure of Information and Communication Technologies (ICT) that allow carrying out distance education; in this sense, it is essential to equip teachers and students with ICT tools that can be used from home to continue with the formative processes, then, awareness will be created that the adoption of an online learning environment is not only a technical issue but also a pedagogical one. To make this possible, [5-9] suggests that among the actions that should be considered in universities are: (a) integrating health courses into the curriculum, (b) strengthening environmental policies and hygiene practices, (c) incorporating online medical and mental health services, (d) migrating face-to-face courses to virtual, (e) aligning curricular competencies, (f) training professors in online teaching, (g) evidence-based practices, (h) adapting learning and assessment activities, and (h) strengthening data tracking (Learning Analytics). Although this last element's practice has become the focus of educational researchers' attention, it continues to be a discipline in constant evolution and to be explored to improve learning [10]; however, the other elements are not. The importance of Learning Analytics (LA) lies in the fact that the available data are used to understand the behavior of students regarding the educational process to provide them with additional support [11 -12] and thus improve their experience [13]. The actions carried out were based on four priority areas: administration, research, teaching and university outreach.

The present research arose from three questions: (RQ1) what the perceived technological acceptance of USAC professors regarding the use of virtual learning environments in emergency remote teaching is? (RQ2) what is the level of interest professors have in using Learning Analytics in these environments? Moreover, (RQ3) what are the good practices implemented at USAC to carry out emergency remote teaching?

To answer RQ1, 4 hypotheses (H1, H2, H3, and H4) were posed based on the Technology Acceptance Model (TAM), which consists of the dimensions (1) Perceived usefulness; (2) Ease of use; (3) Attitude towards use; and (4) Intention to use [14-15]. In this sense, the relationships between dimensions were analyzed using structural equation modeling in which each construct was measured through multiple items with a 5-point Likert scale.

To answer RQ2, 2 hypotheses were established (H5 and H6). A one-way ANOVA analysis of variance was used to identify the levels of teachers' interest in using LA in virtual learning environments.

The response of RQ3 was obtained from the experiences shared by teachers and the actions taken at USAC during the pandemic.

The paper continues as follows: section 2 background (a) higher education and COVID-19, (b) TAM application, (c) virtual environments and Learning Analytics; sections 3 and 4 present the research hypotheses and the proposed model; then, section 5 presents an analysis of the data, closing with conclusions.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

2. Background

The COVID-19 pandemic has affected approximately 1.570 million students in 191 countries, with 23.4 million students in higher education and 1.4 million teachers in Latin America and the Caribbean [16]. Different measures have been taken to address the situation in each country and continue developing the educational process. This section analyzes the different (a) actions taken to respond to remote teaching because of the COVID 19 pandemic, (b) application of the Technology Acceptance Model (TAM), and (c) virtual tutoring and Learning Analytics.

2.1 Higher education practices in the face of COVID-19

In the international context in 2020, the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) focused on three aspects that teachers should consider ensuring the continuity of high-quality educational service: (a) cognitive skills: processing, creativity, and knowledge; (b) interpersonal skills including teamwork and leadership skills, and (c) intrapersonal skills, oriented to intellectual openness, work ethic, responsibility, and self-efficacy [17]. However, there were a lack of clarity about teaching, teaching, teacher and student workload, the teaching environment, and educational equity implications [18]. The online teaching infrastructure's weakness, teachers' inexperience, the information gap, and the difficult context for conducting educational processes from home [19].

In China's case, a policy of suspending classes without stopping learning was created [18]. On the other hand, in the Philippines, upon the arrival of COVID-19, universities were closed. They immediately opted for online learning, where teachers recorded and uploaded lessons online using platforms such as Google Classrooms [5].

In India [20], a study was developed to evaluate the adoption of virtual classrooms. The results showed that the average actual benefits were significantly lower than the expected benefits, highlighting network problems, lack of training, and lack of awareness. Also, in Saudi Arabia, actions were taken to continue with higher education management in crises. For this purpose, the Pandemic Framework of King Abdulaziz University (KAU) was established. A methodological approach was proposed to take advantage of social networks for higher education's sustainable management [21].

Italy was the first country to be strongly affected in Europe by COVID-19. As a consequence, in higher education institutions, multidisciplinary committees against the coronavirus were created, as well as communication channels that allowed scenarios for communication between members of the educational community to continue the processes; also work platforms and distance learning were offered to students and researchers and organized to protect campuses [22]. In the United States of America, they focused on supporting academic staff and students' safety, belatedly consolidating distance, and online education in several universities [23].

The COVID-19 has created significant challenges for the global higher education community. Government and university responses have been diverse, ranging from lack of response to on-campus social isolation strategies and rapid curriculum remodeling for fully online offerings [24].

2.2 Application of the Technology Acceptance Model (TAM)

The Technology Acceptance Model (TAM) is one of the most relevant methodological approaches in studying Internet usage [25]. Several studies exploring technology acceptance have shown that TAM can predict and explain why users prefer to use information systems in various disciplines [26]. The study by [27] presents a comparative analysis of two Learning Management Systems (LMS): Moodle and Blackboard. The study was conducted to evaluate the acceptance of both systems by students of the Faculty of Engineering Sciences at the State University of Milagro, and the results showed statistically that the Blackboard platform has greater acceptance because it offers greater ease of use and therefore has an impact on the intention to use it.

On the other hand, the study of [28] sought to evaluate teachers' attitudes towards the use of LMS and how it influenced the adoption of the use of LMS in the institution. The instrument was applied to professors of the Faculty of Information Technology. It contained the TAM dimension, which through the correlation coefficient, found a positive linear relationship between the ease of use of LMS and the perception of usefulness, suggesting that, although the use of LMS was positive because of its ease of use, it was equally perceived as useful. Furthermore, a positive relationship between intention to use and perceived ease of use as indicated. Meanwhile, the paper [29] provides empirical evidence on students' perception of adopting and using virtual environments in face-to-face teaching to enhance learning. In this study, a questionnaire based on extended TAM was applied to students of the Faculty of Economics at the University of Valencia and empirically evidenced, through the results obtained through structural equations, the positive relationship and influence between the perceived usefulness and the subjective norm towards the intention to use the variable, this being a determinant in the learning perceived by students.

The research [30] presents an empirical study on WeChat, the most popular mobile social network in China, and TAM was applied to study the reasons for the popularity of games in mobile social networks. Also, factors from social and mobile perspectives were incorporated into TAM to study their influence and relationships. In other research, purposive sampling methods were adopted to choose students from technological universities who were taking or had taken courses related to e-book production; structural equation modeling (SEM) was used to assess the cause-effect path, connections between dimensions of computer self-efficacy, perceived usefulness, perceived ease of use, and users' availability. It was concluded that the technology acceptance model could be applied to explain users' willingness to adopt a web-based evaluation system [15].

Like the previous study, in the research [31] based on TAM, aimed to study the antecedents of teacher adoption of ICT in the teaching and learning process, hierarchical regression analysis was used to test the incremental influence of additional explanatory variables identified in the exploratory phase of the study after the effects of control variables and TAM factors taken into account. The findings are in line with previous studies that found that perceived usefulness was an important determinant of ICT use and tested the effects of additional variables on adopting ICT in education.

2.3 Virtual tutoring and Learning Analytics (LA)

Virtual tutors or online teachers are professionals who develop a set of roles and responsibilities specific to virtual learning environments (VLEs) [32]. Several works have

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

shown that these roles are centralized in using LMSs; they store valuable student learning data, and these data can help teachers make pedagogical decisions [33]. In this sense, as an emerging discipline of educational research, LA uses techniques to facilitate virtual tutors' work and improve the teaching-learning processes.

The work of [34] presents that LA can be used to improve student participation and performance in VLEs and that the virtual tutor can make use of the data collected and analyze the contexts in which teaching practice is developed to improve it. On the other hand, [35] demonstrates that by applying LA in teaching practice, it is possible to analyze login behaviors, resource utilization, questionnaires, academic performance, and student engagement. Also, in [36], it is highlighted that LA can be used to predict students' learning performance and promote adaptive learning.

One of the studies conducted in the context of the COVID-19 pandemic [37] used LA techniques to make online learning predictions through educational materials provided to students. With the current situation, there has been a paradigm shift within the educational sector, and LA has provided insight into the impact of visual media on educational platforms [38]. Another study [39] shows how LA's use helped the teacher adapt teaching to this sudden change to an online learning environment.

All studies have shown that LA can have different uses and that when the teacher is interested in its use, he/she can find it a valuable tool to develop learning management.

3. Research model and Hypotheses

The structural equation model (SEM) was used to carry out the study, which is characterized by: (1) assessing both multiple and cross-dependent relationships and (2) representing unobserved concepts in the relationships, taking into account measurement error in the estimation processes [40-41]. SEM adopts a confirmatory approach to analyzing a structural theory about some phenomenon [42-43]. The theoretical model presented in Figure 1 was structured under TAM proposed by [44], which aims to explain and predict information technology's acceptability by analyzing and exploring the factors that influence the acceptability of given information technology [45].

To explain the technological acceptance perceived by USAC professors in the use of virtual learning environments (VLE) implemented for emergency remote teaching, four variables were contemplated:

- **Perceived usefulness (PU):** the degree to which a person believes that the use of a particular system would be effortless, i.e., free of difficulty [46].
- **Perceived ease of use (PE):** the degree to which a person believes that a system would improve their job performance and make more effort if using it provided incentives such as raises and promotions [44].
- **Attitude toward using (A):** any favorable or unfavorable evaluation of a given behavior [47].
- **Behavioral intention to use (I):** recommendation to others and continued use [48].

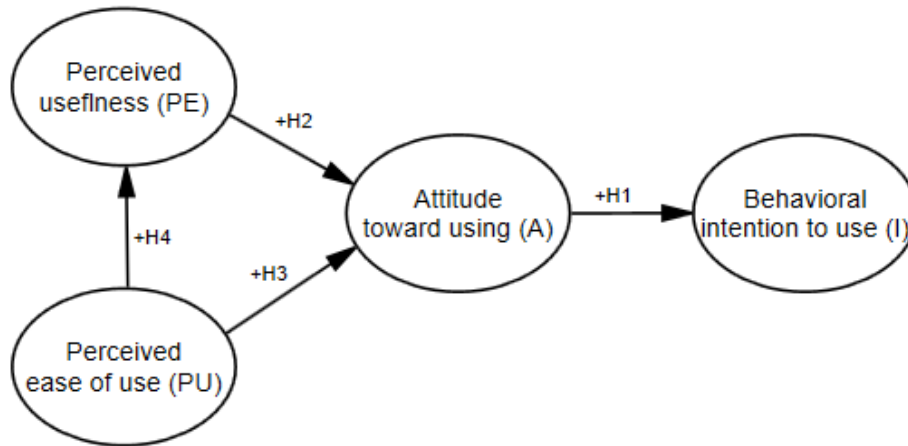


Figure 1. TAM Theoretical Model

Following the objective of this study, the following hypotheses are proposed and will be tested:

- H1:** Attitude toward the VLE has a direct and positive influence on using the VLE.
- H2:** Perceived usefulness has a direct and positive influence on the attitude towards the VLE.
- H3:** Perceived ease of use has a direct and positive influence on attitude toward the VLE.
- H4:** Perceived ease of use has a direct and positive influence on perceived usefulness.
- H5:** There are differences between interest in using the LA and perceived usefulness of the VLE.
- H6:** There are differences between interest in LA use and perceived ease of use of VLEs.

The first 4 hypotheses seek to respond to RQ1 and the last 2 to RQ2.

4. Research Method

4.1 Study Context

The research was carried out in the context of the Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC); a generalist institution with more than 200,000 students distributed in 10 faculties, 9 non-faculty schools, 22 departmental university centers, and 2 technological institutes, with 10,989 teachers and 5,734 administrative and service workers [49], with an educational system at the service of the population and coverage in all departments of the country through university centers. As a result of the health emergency, actions were carried out in three priority areas: (1) policy implementation, (2) administrative management and, (3) academic strengthening.

In the sequence of actions, the first was carried out in 2019, when the University Superior Council -CSU- authorized the Distance Education Policy in Virtual Environments -DEPVE-, to regulate all non-face-to-face education modalities [50-51].

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

As a result, the Division of Distance Education in Virtual Environments (DDEVE) was subsequently formed, a body whose main function is to implement the policy through planning, organization, direction, execution, evaluation, and monitoring of educational practices through virtual media, based on educational development and innovation in the various modalities [49].

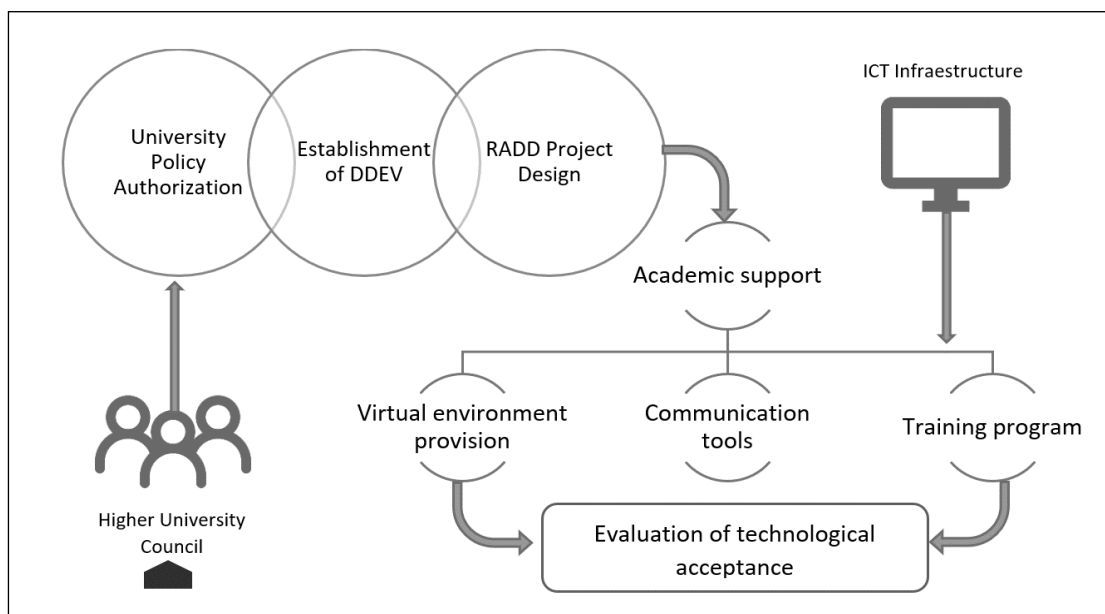


Figure 2. USAC Pandemic Context

In response to the emergency of the suspension of on-site activities and national confinement, when it was speculated that the country would soon be affected, the DDEV designed the project: Digital Teacher Support Network (RADD), to guarantee the continuity of educational services in the event of the closure of physical facilities, derived from any factor that puts the integrity of the university community at risk [52]. This network contemplated three technological strategies that allowed the teachers of the academic units of USAC to continue with normality the development of the contents of their courses through digital tools [49]: (1) virtual classrooms through the Moodle platform, (2) videoconferencing system through Google Hangouts Meet and (3) programming of teacher training and updating.

The implementation of the RADD program, proposed by the DEDEV, was carried out in the different degrees of the School of Engineering, especially in the Science and Systems Engineering and Virtual Education specialization for the Higher Level taught in that house of studies.

Figure 2 presents the context in which actions were developed due to the COVID-19 pandemic to continue with learning at the national level at USAC.

4.2 Participants

The sample consisted of 345 professors from various academic units of the USAC. This group consisted mostly of women (61%). The age range was between 24 and 59 years ($M = 41.10$; $SD = 8.61$). In terms of educational level, 100% had at least a bachelor's degree. Regarding the time of experience using virtual learning environments in their teaching practice, 54% had more than two years of experience using them, and 46% had

less than one year. Regarding the completion of training courses on virtual learning environments, 81% have received at least one course of this nature. More than half (66.1%) are not familiar with the concept of Learning Analytics. The above variables are shown in Table 1.

Table 1. Frequency characteristics and percentages of study participants.

Variable	N	%
Gender		
Female	210	61%
Male	135	39%
Age group		
24 to 30	40	11,6%
31 to 40	130	37,7%
41 to 59	175	50,7%
Level of study		
Bachelor's degree	169	49%
Master's degree	150	43%
Doctorate	26	8%
Time using a VLE		
First time	20	5,8%
Less than one year	138	40%
More than two years	187	54,2%
Training in the use of VLE		
None	17	4,9%
This is the first time	48	13,9%
Less than three	138	40%
More than four	142	41,2%
Interest in LA		
Low	68	19,7%
Medium	112	32,5%
High	165	47,8%
Total	345	100%

4.3 Instrument

To measure the relationships between the variables, an instrument composed of 40 items divided into nine dimensions was used: (D1) Perceived usefulness in teaching-learning strategies; (D2) Perceived usefulness in evaluation activities; (D3) Perceived usefulness of educational communication tools; (D4) Ease of use when developing teaching-learning strategies; (D5) Ease of use when developing evaluation activities; (D6) Ease of use of educational communication tools; (D7) Attitude towards use; (D8) Intention to use the VLE, and, (D9) Intention to use the LA. Each construct was measured via a 5-point Likert-type scale (ranging from 1 = strongly disagree/unlikely to 5 = strongly agree/very likely).

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

4.4 Procedure:

4.4.1 Structural Equation Modeling (SEM)– RQ1

Initially, a confirmatory factor analysis (CFA) was performed for each of the scales (usefulness, ease, attitude, and intention) to assess the evidence of validity based on the scales' internal structure. The process began with calculating the polychoric correlations matrix for each scale, given the ordinal nature of the items (Likert type). The estimator used was the WLSMV (weighted least squares with mean and variance adjusted); this estimator was used because of its robustness for dealing with ordinal type indicator scales [53-54].

The overall evaluation of the fit of each CFA and the general model was obtained with the comparative fit index (CFI), Standardized Root Mean Square Residual (SRMR), and the Root mean square error of approximation (RMSEA). Values ≥ 0.90 in CFI are interpreted as favorable evidence of model fit [55], as well as ≤ 0.08 for RMSEA and SRMR [56].

For the reliability analysis, consistency analysis was considered with the alpha coefficient and the omega coefficient [57]. The omega was used because of the limitations of the alpha coefficient [58-59].

To evaluate the structural model (Figure 1) that describes the research hypotheses under an explanatory relationship between the variables studied, the sum of each item according to the dimension was performed to obtain a single indicator for each dimension of the scale. Meanwhile, the estimator used was the MLR (robust maximum likelihood); it was used for its robustness to treat numerical variables and with multivariate normality corrections involved in the inferential results such as the standard error of estimation [53,60].

The CFA procedures' software was the lavaan package in its version 0.6-3 in R Studio [61]. The polychoric correlation matrices' estimation was the psych package in version 1.8.12, also in R Studio. IBM SPSS Statistics software version 26 was used for descriptive analysis and initial database management.

4.4.2 One-way ANOVA– RQ2

To carry out the analysis of teachers' interest in LA, a one-way ANOVA was performed to compare the mean scores of the variables considered concerning the three levels of interest in LA's use. To obtain the levels of interest, all items were summed (number), and then three groups were constructed with the total obtained: low, medium, and high. Finally, all the usefulness scores were added to obtain a total and the same for ease.

4.4.3 Interpretation and documentation - RQ3

In order to identify the good practices that have been implemented at USAC to carry out emergency remote teaching, an interpretation of the answers given by the professors in the open response questions was carried out, based on the experiences that they presented, a web review was carried out in the information portals of the academic units, especially those corresponding to engineering and systems, and documentary research techniques were also developed in order to locate relevant information for the study.

5. Results

5.1 Technological acceptance of teachers in the use of VLE - RQ1

Initially, to develop the SEM structural model, evidence of validity based on the internal structure was carried out using the AFC for each scale involved in the analysis. For this purpose, the respective polychoric correlation matrices shown in Tables 2 to 5 were obtained.

5.1.1 CFA for utility

A first result from Table 2 with the WLSMV estimator, indicated an inadequate fit to the three-factor correlated model, $\chi^2(45) = 92.6$; CFI = 0.945; RMSEA = 0.094 and SRMR=0.076. According to the reading of the modification indexes and reviewing the items' content, it is concluded not to consider item U1_5. From the above it is concluded in a structure with satisfactory fit, $\chi^2(41) = 77.79$; CFI =0.921; RMSEA =0.051; SRMR=0.026 and the standardized factor loadings for the AFC are between the values $\lambda=0.79$ and $\lambda=0.91$ and the correlations between factors are between $r= 0.91$ and $r= 0.93$ as can be seen in Table 3.

Table 2. Matrix of polychoric correlations of the Utility items with three dimensions.

ítem	PE1_1	PE1_2	PE1_3	PE1_4	PE1_5	PE2_1	PE2_2	PE2_3	PE3_1	PE3_2	PE3_3	PE3_4	PE3_5
PE1_1	-												
PE1_2	0,85	-											
PE1_3	0,80	0,91	-										
PE1_4	0,81	0,84	0,85	-									
PE1_5	0,76	0,70	0,72	0,82	-								
PE2_1	0,81	0,83	0,81	0,82	0,81	-							
PE2_2	0,81	0,83	0,83	0,81	0,77	0,90	-						
PE2_3	0,81	0,82	0,81	0,79	0,71	0,87	0,90	-					
PE3_1	0,72	0,76	0,79	0,79	0,74	0,75	0,74	0,74	-				
PE3_2	0,79	0,86	0,88	0,85	0,70	0,83	0,80	0,82	0,81	-			
PE3_3	0,82	0,82	0,79	0,81	0,77	0,81	0,81	0,81	0,82	0,88	-		
PE3_4	0,73	0,69	0,71	0,80	0,81	0,77	0,74	0,70	0,84	0,77	0,83	-	
PE3_5	0,73	0,79	0,76	0,70	0,60	0,73	0,76	0,78	0,73	0,80	0,76	0,68	-

Note: Perceived usefulness of the teaching-learning strategies, PE2= Perceived usefulness of evaluation activities; PE3= Perceived usefulness of educational communication tools.

Table 3. CFA results for Utility with three dimensions

Dimension	Item	D1	D2	D3
Perceived usefulness of teaching teaching-learning strategies	PE1_1	0,85		
	PE1_2	0,89		
	PE1_3	0,88		
	PE1_4	0,88		
Perceived usefulness of evaluation activities	PE2_1		0,92	
	PE2_2		0,91	
	PE2_3		0,90	
Perceived usefulness of educational	PE3_1			0,82

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

of educational communication tools	PE3_2			0,90
	PE3_3			0,92
	PE3_4			0,79
	PE3_5			0,80
Correlation between factors				
Dimension 1 (D1)		-		
Dimension 2 (D2)		0,93	-	
Dimension 3(D3)		0,96	0,91	-

5.1.2 AFC for ease

Table 4 was used to obtain the fit using the WLSMV estimator, the results indicate a satisfactory fit, $\chi^2(32) = 50.51$; CFI = 0.966; RMSEA = 0.041; SRMR = 0.024. Meanwhile the standardized factor loadings for the AFC are between the values $\lambda = 0.31$ and $\lambda = 0.95$ and the correlations between factors are between $r = 0.91$ and $r = 0.94$ as shown in Table 5.

Table 4. Matrix of polychoric correlations of the Ease items with three dimensions.

ítem	PU1_1	PU1_2	PU1_3	PU1_4	PU2_1	PU2_2	PU2_3	PU2_4	PU3_1	PU3_2
PU1_1	-									
PU1_2	0,38	-								
PU1_3	0,36	0,85	-							
PU1_4	0,36	0,77	0,82	-						
PU2_1	0,32	0,85	0,84	0,82	-					
PU2_2	0,28	0,76	0,74	0,70	0,81	-				
PU2_3	0,36	0,73	0,76	0,78	0,83	0,78	-			
PU2_4	0,33	0,68	0,76	0,71	0,76	0,79	0,82	-		
PU3_1	0,31	0,76	0,76	0,82	0,78	0,69	0,76	0,73	-	
PU3_2	0,38	0,76	0,79	0,73	0,78	0,69	0,75	0,76	0,81	-

Note: PU1= Ease of use when developing teaching-learning strategies, PU2= Ease of use when developing evaluation activities; PU3= Ease of use of educational communication tools.

Table 5. AFC results for Ease with three dimensions

Dimension	Item	D4	D5	D6
Ease of use when developing teaching-learning strategies	PU1_1	0,87		
	PU1_2	0,85		
	PU1_3	0,86		
	PU1_4	0,85		
Ease of use when developing evaluation activities	PU2_1		0,90	
	PU2_2		0,87	
	PU2_3		0,86	
	PU2_4		0,83	
Ease of use of the educational communication tools.	PU3_1			0,84
	PU3_2			0,86
Correlation between factors				
Dimension 4 (D4)		-		

Dimension 5 (D5)	0,94	-	
Dimension 6 (D6)	0,95	0,92	-

5.1.3 AFC for attitude

From Table 6 the fit indices were obtained using the WLSMV estimator. The results showed a satisfactory fit, $\chi^2(9) = 12.86$; CFI =0.988; RMSEA =0.034; SRMR=0.017 and the standardized factor loadings for the AFC are between the values $\lambda=0.71$ and $\lambda=0.87$.

Table 6. Matrix of polychoric correlations of the Attitude items with one dimension.

ítem	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
A_1	-					
A_2	-0,10	-				
A_3	0,57	-0,14	-			
A_4	0,67	-0,03	0,72	-		
A_5	0,69	-0,14	0,70	0,83	-	
A_6	0,69	-0,14	0,67	0,79	0,81	-

Note: A= Attitude towards the use of the VLE

5.1.4 CFA for intention to use

A first result from Table 7 with the WLSMV estimator indicated an inadequate fit to the one-factor model for intention to use $\chi^2(9) = 71.03$; CFI =0.735; RMSEA =0.142; SRMR=0.046. According to the reading of the modification indexes and reviewing the content of the items, it is concluded not to consider items In_2 and In_4. From the above it is concluded in a structure with satisfactory fit, $\chi^2(2) = 3.18$; CFI =0.992; RMSEA =0.041; SRMR=0.011 and the standardized factor loadings for the AFC are between the values $\lambda=0.73$ and $\lambda=0.88$.

Table 7. Matrix of polychoric correlations of the Intention items with one factor.

ítem	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
I_1	-					
I_2	0,77	-				
I_3	0,72	0,63	-			
I_4	0,72	0,63	0,77	-		
I_5	0,83	0,89	0,72	0,78	-	
I_6	0,84	0,81	0,73	0,75	0,88	-

Note: I= Intention to use the VLE

On the other hand, Table 8 shows that the mean and standard deviation for the scores of the dimensions representing each construct presented a significant variability, which means that the respondents were positioned throughout the scale range from 1 to 5 points. Likewise, when evaluating each dimension's internal consistencies, Table 9 shows that the estimated alpha and omega coefficients were higher than the 0.70 threshold suggested by [62,63], which accumulates evidence of acceptable reliability for each dimension and therefore for each particular scale.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

Table 8. Reliability analysis of variables

Construct	Dimension	M	SD	Alpha	Omega
Usefulness	Perceived usefulness of teaching-learning strategies	4,34	1,02	0,930	0,930
	Perceived usefulness of evaluation activities	3	1,09	0,934	0,935
	Perceived usefulness of educational communication tools	4,21	1,08	0,923	0,924
Ease of use	Ease of use in developing teaching-learning strategies	3,92	1,05	0,818	0,839
	Ease of use in developing evaluation activities	3,98	1,04	0,914	0,915
	Ease of use of educational communication tools	3,09	1,07	0,853	0,856
Attitude	Attitude towards the use of the VLE	3,42	1,09	0,803	0,845
Intention	Intention to use the VLE	3,16	1,01	0,910	0,911

Note: M= Mean, SD= standard deviation

5.1.5 Evaluation of the hypothetical model

Prior to the evaluation of the model, the addition of the each of the items was performed in order to obtain a single indicator for each dimension as shown in Figure 3 and given the variability in the indicators, the MLR estimator was chosen for its robustness with numerical variables and multivariate normality correction (Muthen and Muthen, 2017). The overall fit for the model indicates a good fit, $\chi^2(18) = 31.10$; CFI = 0.995; RMSEA = 0.046; SRMR= 0.016.

Regarding the structural results, Table 9 shows the results of the research hypotheses. The findings indicate that the signs of the parameters representing the hypotheses are as expected. In other words, H1, the direct and positive influence of the attitude towards the ELV and the intention to use it, is verified, given that the regression coefficient is high and statistically significant $\beta = 0.94$; $p < 0.001$. Similarly, H2 the influence of perceived usefulness $\beta = 0.26$; $p < 0.001$; H3 the influence of perceived Ease on attitude towards the use of the VLE $\beta = 0.67$; $p < 0.001$ and H4 the influence of perceived Ease on perceived Usefulness $\beta = 0.78$; $p < 0.001$ are verified. Likewise, the variability explained in Usefulness is 61%, Attitude 79%, and Intention 88%.

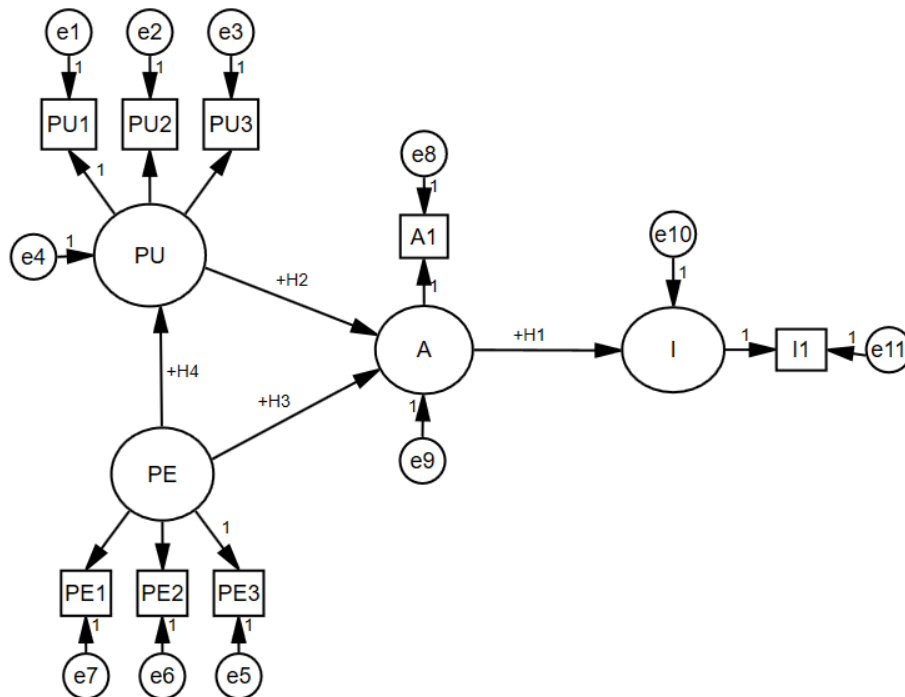


Figure 3. Structural model of the dimensions of the TAM

Table 9. Evaluation of the structural model

Parameter	β	R^2	Hypothesis	Decision
Ease \rightarrow Utility	0,78***		H4	Accept
		0,61		
Utility \rightarrow Attitude	0,26***		H2	Accept
Facilidad \rightarrow Attitude	0,67***		H3	Accept
		0,79		
Attitude \rightarrow Intention	0,94***		H1	Accept
		0,88		

Note: *** $p < 0,001$; β = standardized estimate

5.2 Niveles de interés de los profesores en el uso de LA – RQ2

To explain teachers' interest in using the LA, a one-way ANOVA was performed to compare the mean scores of Usefulness ($M= 42.43$; $SD= 9.25$) and Ease ($M= 35.79$; $SD= 7.68$) concerning the three levels (Table 1) of interest in using the Learning Analytic. Differences in Usefulness ($F(2, 342) = 95.56$; $p= 1.09E-33$) and Ease ($F(2, 342) = 130.34$; $p= 8.37E-43$) were found for each level of interest. Table 10 shows the post hoc comparisons assuming variances other than Games-Howell. The results indicate statistically significant differences ($p < 0.05$) for each level evaluated.

Taken together, these results suggest that the levels of interest in the Learning Analytic have a positive effect on the perceived usefulness and perceived ease of using the VLE in the participants studied. Specifically, the findings show that the higher the level of interest in the Learning Analytic, the higher the score or the rating on the Perceived Usefulness and Ease of using the VLE. Likewise, the effect size through eta squared (η^2) for Utility

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

($\eta^2 = 0.36$) and Ease ($\eta^2 = 0.43$). Overall, each construct's levels of interest can be considered to have a small to medium effect [64].

Table 10. Levels of interest in the use of LA

Construct	I	J	I-J	SD	Sig.
Usefulness	Low ($M = 32,21$)	Medium ($M = 41,93$)	-9,72269*	1,14208	*
		High ($M = 46,98$)	-14,76988*	1,07055	*
	Medium ($M = 41,93$)	Low ($M = 32,21$)	9,72269*	1,14208	*
		High ($M = 46,98$)	-5,04719*	0,90952	*
	High ($M = 46,98$)	Low ($M = 32,21$)	14,76988*	1,07055	*
		Medium ($M = 41,93$)	5,04719*	0,90952	*
Facility	Low ($M = 26,53$)	Medium ($M = 35,22$)	-8,69380*	0,89238	*
		High ($M = 39,99$)	-13,46453*	0,83648	*
	Medium ($M = 35,22$)	Low ($M = 26,53$)	8,69380*	0,89238	*
		High ($M = 39,99$)	-4,77073*	0,71067	*
	High ($M = 39,99$)	Low ($M = 26,53$)	13,46453*	0,83648	*
		Medium ($M = 35,22$)	4,77073*	0,71067	*

Note: M= Mean; * $p < 0,005$; SD= Standard deviation

5.3 Best Practices Implemented at USAC during the COVID-19 Pandemic

The digital acceleration brought about by the COVID-19 pandemic implied great challenges and actions that would allow the digital transformation and monitoring of activities related to administration, research, teaching and university outreach. These challenges implied technological strengthening at the university level, since the situation demanded social distancing and, in this sense, the implementation of technologies contributed to continue with the university's work. As part of the best practices, the following are considered: (a) virtual environment provision; (b) communication tools, (c) training program (d) evaluation of technological acceptance (e) computer systems for student attention; (f) volunteer programs; (g) research calls; (h) design of hospital devices; (i) web storage systems and (j) information portals that are grouped in the following categories.

5.3.1 University management:

To continue with the administrative processes, the university implemented computerized systems to assist students in administrative management and the loan of technical equipment.

5.3.1.1 *Loans of technical equipment:*

The educational resource center and the central library made available the loans of technical equipment such as tablets and laptops for students and teachers who did not have the necessary equipment to develop distance learning academic programs. This practice was beneficial because it facilitated the execution of the process.

5.3.1.2 *Web storage system:*

USAC invested in technological infrastructure for web storage of virtual classrooms and, in this way, offer an optimal service because of the extensive demand of users it has.

5.3.2 *Research:*

The university developed calls for proposals for the development of science-based university initiatives that contribute to Guatemalan society to understand or mitigate the impact of Covid-19. In addition, the Fabrication Laboratory Fab-Lab was created, where face shields and hospital protection devices were massively designed for the intubation process of patients with respiratory problems.

5.3.3 *Teaching:*

To continue with the teaching-learning processes at the university, different actions were developed in which educational platforms, communication systems, the development of information applications and the development of training and updating programs were implemented.

5.3.3.1 *Virtual environment provision:*

The Division of Distance Education in Virtual Environments (DDEVE), through the RADD program (Figure 4), designed virtual learning environments (VLE) based on the Moodle LMS for the different academic units, non-faculty schools, and university centers of the USAC and to support users in the implementation and use of these VLEs, a collection of multimedia materials and resources such as manuals for teachers and students was designed.

5.3.3.2 *Communication tools:*

To continue with the classes and to ensure that the process was not interrupted, teachers were provided with an institutional e-mail to facilitate synchronous distance sessions. The DDEV, through the RADD program, facilitated three scenarios to continue with the communication processes of this nature, utilizing 3 digital tools.

- **Tool #1. Collaboratory.** This tool was developed from BigBlueButton, an open-source web conferencing system. Most frequently, this option was used by the administrative sector, University Superior Council, Boards of Directors of academic units, commissions, and other entities with administrative purposes.
- **Tool #2. Google Meet.** With the creation of institutional e-mails, professors used Google Meet with great acceptance as a tool to develop synchronous learning management processes. Particularly because it allowed cloud recording of video lectures, it is important to highlight that the virtual classroom structured in the

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

Moodle LMS is the official means of direct communication, where the links to enter the session are incorporated and, also, the recorded sessions are shared so that students can watch them asynchronously.

- **Tool #3. Cisco Webex Meeting.** As a result of various agreements, USAC acquired Webex licenses for professors and research personnel, but it was mostly used by the research teams, considering data safeguarding.
- **Tool #4. WhatsApp.** To find tools to strengthen tutoring, WhatsApp groups by the subject were formed in the teaching sector. Although it was not a generalized practice, many teachers have indicated that they use this tool to develop processes of accompaniment and follow-up of students.

5.3.3.3 Training program:

From the training programs that were promoted, the teaching staff changed teaching and learning strategies, implemented new evaluation activities, innovated with the application of communication tools for learning management in a distance emergency environment. Among the teacher education and training programs, the following stand out (Table 11):

- a. Diplomate in digital teaching
- b. E-training

Table 11. Description of the training program

Descriptor	Diplomate in digital teaching	E-Training
Conceptualization	Teacher training programs teach and learn through digital environments and thus develop techno pedagogical skills that help them have a better performance in their work as educators and achieve significant learning in their students.	A set of training programs conducted through electronic/digital media, usually with an internet connection. The resources used are; videos, presentations, interactive texts, links, or any other element that can be accessed online.
Design	Open-virtual; the learning modules are open in four different sequential forms to be addressed according to the users' training needs and learning pace.	At the user's pace, providing the freedom to define when and where the training starts. Contents, examples, templates, and practice spaces are provided for practice.
Approach	Socio-constructivist; learning by doing in a network (connectivism, constructionism).	Socio-constructivist; learning by doing in a network (connectivism, constructionism).
Approval/certification	It is continuous; it is approved by completing the four learning modules' activities (8 learning activities, 4 evaluation tests, participation in the live classes, and the communication	Complete teaching practice exercises in virtual learning environments enabled for this purpose.

	forums). Each module is equivalent to 25% of the Diplomate.	
--	---	--

5.3.4 University outreach:

USAC developed services to the population such as: (a) online medical consultations; (b) implementation of the popular clinical laboratory to analyze Covid-19 tests; (c) informative portals about Covid-19; and (d) development of a volunteer program for Covid-19 care.

6. Finding and Discussion

This study's results reveal a direct and positive influence of the attitude of use on the intention to use the VLE (H1), and this attitude is influenced by the perceived usefulness of the teachers (H2). Consequently, when the teacher perceives that using the VLE is easy, this directly and positively influences the attitude (H3) and usefulness for its use (H4).

In the context of the study, [27 -29] demonstrated that technological acceptance of using VLE develops from the direct and positive influence of perceived ease toward attitude toward use (H3) and usefulness (H4). This usefulness influences attitude (H2), and attitude influence the intention to use the VLE (H1).

On the other hand, [30] reveals several findings where perceived usefulness perception and ease of use are the main determinants of user attitudes. That is, if there is perceived ease and usefulness, this will influence the attitude towards usage. Consequently, the study of [31] shows that an important determinant of acceptance in the use of technology is perceived usefulness and that this influences the intention to adopt the technology.

Regarding teachers' interests in the use of LA, it was found that the higher the teacher's level of interest, the higher the rating in perceived usefulness (H5) and perceived ease (H6) on the use of the VLE.

In the work of [34 -36], the LA can be used to improve participation, learning achievement, and student engagement. In a sense, when the teacher is interested in improving these aspects, he/she will be interested in using the VLE. He/she will value them as easy and useful tools to develop learning management.

Finally, regarding the practices implemented at USAC during the pandemic, it is discussed that the institution acted quickly in the situation of the closure of the institution; however, the training of professors and the implementation of a solid structure that would allow effective interaction constituted a significant challenge due to the number of users and requests in the system. The actions taken were quick and timely, considering the following as good practices: (a) technological strengthening; (b) implementation of policies; (c) implementation of educational platforms; (d) implementation of communication tools; (e) computer systems for student services; (f) volunteer programs; (g) research calls; (h) design of hospital devices; (i) web storage systems; and (j) information portals, among others. In the work presented by [19], weaknesses of the technological infrastructure, little experience of teachers, and the difficulties of continuing the educational processes from home are presented, on the other hand, some good practices that were implemented in some universities were: (a) implementation of

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

policies [18], academic frameworks for sustainable management of higher education [21], (c) restructuring of curricula [24], (d) implementation of educational platforms [22], virtual classes [20], among others. As in these institutions, the authorities' rapid response and the creation of an implementation model that would allow the educational processes to continue were important.

Among the difficult challenges to overcome in emergency remote teaching is the massive assessment of learning. Although tools have been used to create supervised environments, it has been identified that some users have engaged in impersonation practices. This has an impact on the quality of education, especially in scientific areas. Another element identified was the difficulty of incorporating dynamic virtual classes with large groups of students. Since it is the only autonomous university in the country, each academic unit's student population is large.

Concerning the lessons learned during the pandemic, it can be said that teachers need to strengthen digital competencies in the use of learning analytics to optimize learning processes in the university classroom. It is also important that the good practices that have been strengthened since the beginning of the confinement, should continue to be practiced, even when returning to the new normality; this should be planned based on the positive experiences that these good practices brought with them, such as the systematic agility to carry out administrative processes, the versatility of exchanging information between teachers and students, the ease with which academic research networks are built and especially the advantage of using learning analytics to intervene on time in tutoring and mentoring.

In this context, within the expectations, it is necessary to consider that some practices do not fully comply with the pedagogical intention or the achievement of certain competencies; although the practices and laboratories have been adapted, they should be rethought contemplating a fusion of what was done before the health emergency, with the elements of innovation and technology used during the pandemic, to generate a robust version that allows strengthening the procedural contents of the academy.

7. Conclusions

The present study developed a theoretical model that assessed teachers' technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in emergency remote teaching. Besides, it compared the levels of interest of the teachers in the use of Learning Analytics (LA) and its effect on the perceived usefulness and ease of using VLEs. Finally, USAC's best practices for dealing with emergency remote teaching in the wake of the pandemic were described.

To evaluate technological acceptance in VLE, a questionnaire based on the Technology Acceptance Model (TAM) was distributed to professors from different academic units of USAC, and 345 responses were returned. The construct validity was measured through confirmatory factor analysis, and the reliability of the measurement was carried out with a consistency analysis through the alpha and omega coefficients.

The hypothesized model was evaluated using the SEM technique. The main conclusion indicates that teachers have perceived that using VLEs in teaching practice is easy; perceiving its ease, they consider it useful. Knowing that it is easy and that it is also useful, favors a positive attitude, which has an impact on the intention to use it properly; this

means that even when returning to the classroom, teachers will continue to use those elements that are easy and useful, with a favorable and intentional attitude.

To compare the levels of teachers' interest in using Learning Analytics (LA) and its effect on perceived usefulness and ease of using VLE, a one-way ANOVA was applied. After establishing the levels, they were compared. It was immediately determined that those who show greater interest in the use of LA value more the perceived ease and usefulness in the use of VLE. In other words, the greater the interest in LA's use, the greater the acceptance of the use of VLE.

To identify good practices in the framework of higher education in times of pandemic, a web review and documentary research was carried out based on the answers obtained in the open-ended questions. Among the actions that will undoubtedly remain in force because they make up the accumulation of good practices of the USAC in the last academic year, the following stand out: (a) implementation of institutional policy to develop virtual and distance education; (b) creation of the unit responsible for implementing the policy and everything related to virtual or remote emergency education, as in this case; (c) design of a teacher support network to alleviate the need for training and support; (d) implementation of virtual learning habitats for each academic unit; (e) provision of communication tools for teaching practice; (f) design of a systematic training program and training for teachers; and digital orientation for students.

It is important to highlight that this research shows that in the midst of a situation such as the one the world has experienced, caused by the pandemic, professors are willing to acquire new competencies, to rethink their role, to innovate, and to apply technology as a means to improve teaching processes in higher education.

Considering the need to improve teaching practice in the Guatemalan context, this article presents higher education opportunities to respond to the educational problems that arise due to the COVID-19 pandemic. This research is of relevance for the university and for the construction of new knowledge based on the TAM model and contributing to the potential of LA for virtual tutoring and for overcoming the challenge of virtual education as a consequence of the Covid-19 pandemic.

References

- [1] Díaz Guillen, P. A., Andrade Arango, Y., Hincapié Zuleta, A. M. ., & Uribe Uran, A. P. Análisis del proceso metodológico en programas de educación superior en modalidad virtual. *Revista De Educación a Distancia (RED)*, 21(65), 2020.
- [2] Rapanta, C. Botturi. "L., Goodyear, P., Guàrdia, L., & Koole, M. Online university teaching during and after the Covid-19 crisis: Refocusing teacher presence and learning activity." *Postdigital Science and Education*, 2020.
- [3] Kannan, V., Warriem, J., Majumdar, R., & Ogata, H. Learning Dialogues orchestrated with BookRoll: A Case Study of Undergraduate Physics Class During COVID-19 Lockdown. In *28th International Conference on Computers in Education Conference Proceedings (Vol. 1, pp. 602-611)*. Asia-Pacific Society for Computers in Education (APSCE), 2020.
- [4] UNESCO. *Hacia una educación inclusiva, equitativa y de calidad y un aprendizaje a lo largo de la vida para todos. Declaración de Incheon y Marco de Acción ODS 4 - Educación 2030*. UNESCO, 2016.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

- [5] Toquero, C. M. Challenges and Opportunities for Higher Education Amid the COVID-19 Pandemic: The Philippine Context. *Pedagogical Research*, 5(4), 2020.
- [6] Mahmood, S. *Instructional Strategies for Online Teaching in COVID-19 Pandemic. Human Behavior and Emerging Technologies*, 2020.
- [7] Huang, R. H., Liu, D. J., Tlili, A., Yang, J. F., & Wang, H. *Handbook on Facilitating Flexible Learning During Educational Disruption: The Chinese Experience in Maintaining Undisrupted Learning in COVID-19 Outbreak*, 2020.
- [8] Ali, W. Online and remote learning in higher education institutes: A necessity in light of COVID-19 pandemic. *Higher Education Studies*, 10(3), 16-25, 2020.
- [9] García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande, M. (2020). Online assessment in higher education in the time of COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 21.
- [10] Mangaroska, K., & Giannakos, M. Learning analytics for learning design: A systematic literature review of analytics-driven design to enhance learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(4), 516-534, 2018.
- [11] Leitner, P., Khalil, M., & Ebner, M. Learning analytics in higher education—a literature review. *Learning analytics: Fundamentals, applications, and trends*, 1-23, 2017.
- [12] Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64-71, 2015.
- [13] Greller, W., Ebner, M., & Schön, M. Learning analytics: From theory to practice—data support for learning and teaching. In *International Computer Assisted Assessment Conference* (pp. 79-87). Springer, Cham, 2014.
- [14] Shih, H. P. Extended technology acceptance model of Internet utilization behavior. *Information & management*, 41(6), 719-729, 2004.
- [15] Liao, S., Hong, J. C., Wen, M. H., & Pan, Y. C. Applying Technology Acceptance Model (TAM) to explore Users' Behavioral Intention to Adopt a Performance Assessment System for E-book Production. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), em1601, 2018.
- [16] Aldana, C., Revilla, M., Saavedra, Y., Mestanza, V., & Palacios, C. Post COVID-19 Global Macrotrends in the pedagogical practice to achieve Student Outcomes—"ICACIT". In *2020 IEEE International Symposium on Accreditation of Engineering and Computing Education (ICACIT)* (pp. 1-4). IEEE, 2020.
- [17] Reimers, F., Schleicher, A., Saavedra, J., & Tuominen, S. Supporting the continuation of teaching and learning during the COVID-19 Pandemic. *Oecd*, 1(1), 1-38, 2020.
- [18] Zhang, W., Wang, Y., Yang, L., & Wang, C. Suspending classes without stopping learning: China's education emergency management policy in the COVID-19 outbreak, 2020.
- [19] Murgatroid, S. *COVID-19 and Online Learning*, 2020.
- [20] Arora, A. K., & Srinivasan, R. Impact of pandemic COVID-19 on the teaching-learning process: A study of higher education teachers. *Prabandhan: Indian journal of management*, 13(4), 43-56, 2020.
- [21] Al-Youbi, A. O., Al-Hayani, A., Bardesi, H. J., Basher, M., Lytras, M. D., & Aljohani, N. R. The King Abdulaziz University (KAU) pandemic framework: A methodological approach to leverage social media for the sustainable management of higher education in crisis. *Sustainability*, 12(11), 4367, 2020.

- [22] Quattrone, F., Borghini, A., Emdin, M., & Nuti, S. Protecting higher education institutions from COVID-19: insights from an Italian experience. *Journal of American College Health*, 1-2, 2020.
- [23] Machado, R. A., Bonan, P. R. F., Perez, D. E. D. C., & Martelli JÚnior, H. COVID-19 pandemic and the impact on dental education: discussing current and future perspectives. *Brazilian oral research*, 34, 2020.
- [24] Crawford, J., Butler-Henderson, K., Rudolph, J., Malkawi, B., Glowatz, M., Burton, R., ... & Lam, S. COVID-19: 20 countries' higher education intra-period digital pedagogy responses. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 3(1), 1-20, 2020.
- [25] Torres Albero, C., Robles, J. M., De Marco, S., & Antino, M. Revisión analítica del modelo de aceptación de la tecnología: el cambio tecnológico. *Papers: Revista de sociología*, 102(1), 0005-27, 2017.
- [26] Goh, W. W., Hong, J. L., & Gunawan, W. Exploring Lecturers' perceptions of learning management system: an empirical study based on TAM. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 4(3), 48-54, 2014.
- [27] Tapia-León, M., Peñaherrera-Larenas, F., & Cedillo-Fajardo, M. Comparación de los LMS Moodle y CourseSites de Blackboard usando el modelo de aceptación tecnológica TAM. *Revista Ciencia UNEMI*, 8(16), 78-85, 2015.
- [28] Radif, M., Fan, D. I. S., & McLaughlin, D. P. Employment Technology Acceptance Model (TAM) To Adopt Learning Management System (LMS) In Iraqi Universities. *INTED2016 Proceedings*, 7120-7130, 2016.
- [29] Urquidi Martín, A. C., Calabor Prieto, M. S., & Tamarit Aznar, C. Entornos virtuales de aprendizaje: modelo ampliado de aceptación de la tecnología. *Revista electrónica de investigación educativa*, 21, 2019.
- [30] Chen, H., Rong, W., Ma, X., Qu, Y., & Xiong, Z. An extended technology acceptance model for mobile social gaming service popularity analysis. *Mobile Information Systems*, 2017.
- [31] Teeroovengadam, V., Heeraman, N., & Jugurnath, B. Examining the antecedents of ICT adoption in education using an extended technology acceptance model (TAM). *International Journal of Education and Development Using ICT*, 13(3), 2017.
- [32] Toetenel, L., & Rienties, B. Analysing 157 learning designs using learning analytic approaches as a means to evaluate the impact of pedagogical decision making. *British Journal of Educational Technology*, 47(5), 981-992, 2016.
- [33] Poon, L. K., Kong, S. C., Yau, T. S., Wong, M., & Ling, M. H. Learning analytics for monitoring students participation online: Visualizing navigational patterns on learning management system. In *International conference on blended learning* (pp. 166-176). Springer, Cham, 2017.
- [34] Martin, F., & Ndoye, A. Using learning analytics to assess student learning in online courses. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 13(3), 7, 2016.
- [35] Zhang, J. H., Zhang, Y. X., Zou, Q., & Huang, S. What learning analytics tells us: Group behavior analysis and individual learning diagnosis based on long-term and large-scale data. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(2), 245-258, 2018.
- [36] Bystrova, T., Larionova, V., Sinitsyn, E., & Tolmachev, A. Learning analytics in massive open online courses as a tool for predicting learner performance. *Вопросы образования*, (4 (eng)), 2018.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

- [37] Dwi, S., Prima, S. R., Nur, F., Dikdik Baehaqi Arif, D. B. A., & Fuad, S. Learning analytics to predict student achievement in online learning during Covid-19 mitigation. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(10), 1844-1861, 2020.
- [38] Latheef, A., Ali, M. F. L., Bhardwaj, A. B., & Shukla, V. K. Structuring Learning Analytics through Visual Media and Online Classrooms on Social Cognition during COVID-19 Pandemic. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1714, No. 1, p. 012019). IOP Publishing, 2021.
- [39] Montanari, M., Barth, I., Lariccia, S., Pantazatos, D., De Carnero, F. M., Sansone, N., & Toffoli, G. Using learning analytics in a next generation digital learning environment to transition from face-to-face to remote learning during the coronavirus crisis, 2020.
- [40] Chan, M. M., Plata, R. B., Medina, J. A., Alario-Hoyos, C., & Rizzardini, R. H. Modeling educational usage of cloud-based tools in virtual learning environments. *IEEE Access*, 7, 13347-13354, 2018.
- [41] Escobedo Portillo, M. T., Hernández Gómez, J. A., Estebané Ortega, V., & Martínez Moreno, G. Modelos de ecuaciones estructurales: Características, fases, construcción, aplicación y resultados. *Ciencia & trabajo*, 18(55), 16-22, 2016.
- [42] Byrne, B. M. *Structural equation modeling with AMOS: Basic concepts, applications, and programming*, Third Edition, 2016.
- [43] Civelek, M. E. *Essentials of structural equation modeling. Essentials of Structural Equation Modeling*, 2018.
- [44] Davis, F. D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340, 1989.
- [45] Liao, S., Hong, J. C., Wen, M. H., & Pan, Y. C. Applying technology acceptance model (TAM) to explore users' behavioral intention to adopt a performance assessment system for E-book production. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(10), em1601, 2018.
- [46] Venkatesh, V. Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information systems research*, 11(4), 342-365, 2000.
- [47] Wu, I. L., & Chen, J. L. An extension of Trust and TAM model with TPB in the initial adoption of online tax: An empirical study. *International Journal of Human-Computer Studies*, 62, 784-808, 2005.
- [48] Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS quarterly*, 425-478, 2003.
- [49] Universidad de San Carlos de Guatemala, <https://www.usac.edu.gt/>, Accessed 03 January 2021.
- [50] Universidad de San Carlos de Guatemala, *Política de educación a distancia*, Dirección General de Docencia, pp. 16-22, 2018.
- [51] *Política de Educación a Distancia en Entornos Virtuales. Punto SÉPTIMO, Inciso 7.2 del Acta No. 09-2019 del Consejo Superior Universitario de la Universidad de San Carlos de Guatemala*, Guatemala, 2019.
- [52] Red de Apoyo Digital Docente -RADD-, <https://radd.virtual.usac.edu.gt/>, Universidad de San Carlos de Guatemala, Accessed 30 November 2020.
- [53] Kline, R. *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). New York: Guilford Press, 2016.

- [54] Lei, P y Wu, Q. Estimation in structural equation modeling. In Handbook of structural equation modeling (pp. 164–180). London: The Guilford Press, 2012.
- [55] Bentler, P. Comparative fit indices in structural models. *Psychological Bulletin*, 107(2), 238–246, 1990.
- [56] MacCallum, R; Browne, M y Sugawara, H. Power Analysis, and determination of sample size for covariance structure modeling of fit involving a particular measure of model. *Psychological Methods*, 13(2), 130–149, 1996.
- [57] McDonald, R. Test theory: a unified treatment. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- [58] Cho, E. Making reliability reliable: A systematic approach to reliability coefficients. *Organizational Research Methods*, 19(4), 651-682, 2016.
- [59] Sijtsma, K. On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach's alpha. *Psychometrika*, 74(1), 107, 2009.
- [60] Muthén, L., & Muthén, B. Mplus user's guide (eight edition)[Computer software manual]. Los Angeles, CA, 2017.
- [61] Schumacker, R. Using R with multivariate statistics. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2015.
- [62] Nunnally, J. *Psychometric Theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill, 1978.
- [63] Raykov, T. *Introduction to psychometric theory*. New York: Routledge, 2011.
- [64] Cohen, J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York, NY: Routledge Academic, 1988.

2.2.3 Resumen de los resultados artículo 2

En esta sección se ha mostrado una evaluación de la aceptación del uso de los entornos virtuales de aprendizaje, así como la comparación de los niveles de interés de los profesores por el uso de LA y su efecto sobre la utilidad y la facilidad percibida al utilizar estos entornos. Los resultados de esta evaluación obtenidos a través de un modelo hipotético estructurado bajo el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) y analizado con un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) muestran que una influencia directa y positiva entre (1) la facilidad y la utilidad de los entornos virtuales de aprendizaje, (2) utilidad y actitud hacia el uso de los entornos virtuales de aprendizaje, (3) facilidad y actitud hacia el uso de los entornos virtuales de aprendizaje; y (4) actitud e intención de uso de los entornos virtuales de aprendizaje. Es decir que, si el profesor percibe que los entornos virtuales de aprendizaje son fáciles y útiles en su uso, tendrá una actitud positiva ante la intención de usar estos entornos virtuales de aprendizaje.

En cuanto a la comparación de los niveles de interés en el uso de LA, los resultados muestran que a medida que el profesor tiene un nivel alto de interés en el uso de LA, mayor es la valoración en la utilidad y la facilidad percibida sobre el uso de los entornos virtuales de aprendizaje. En este sentido, cuando el profesor tiene interés en mejorar la participación, el rendimiento académico y mejorar la gestión del aprendizaje, tendrá interés en utilizar LA y valorará como herramientas fáciles y útiles los entornos virtuales de aprendizaje para desarrollar su práctica docente.

Tras estudiar la aceptación del uso de los entornos virtuales de aprendizaje y el nivel de interés de los profesores en la aplicación de LA, se procede a abordar en el próximo capítulo un modelo de aplicación de LA en la función de tutoría virtual que desarrollan los profesores en los entornos virtuales de aprendizaje.

2.3 Artículo 3 -Modelo de aplicación de Learning Analytics en la tutoría virtual

2.3.1 Contribución del artículo 3

La función de tutoría que realizan los profesores en los entornos virtuales de aprendizaje implica una serie de acciones que buscan orientar, guiar, facilitar y evaluar el aprendizaje de los estudiantes; sin embargo, el buen desempeño de un profesor en su función de tutoría virtual depende de las estrategias, modelos y herramientas que utilice para recolectar datos en los entornos de aprendizaje, para entender cómo aprenden los estudiantes e identificar si las intervenciones que realiza como tutor virtual, repercuten en el desempeño del aprendizaje.

Learning Analytics hace uso de herramientas y sistemas que permiten orientar al profesor en la toma de decisiones a partir de las interacciones alumno-alumno, alumno-profesor, alumno-contenido y alumno-sistema, dentro de los entornos virtuales de aprendizaje. Estas interacciones se desarrollan a partir de varios elementos: (a) el diseño de aprendizaje; (b) la dinámica metodológica del curso; (c) la mediación pedagógica; (d) la motivación; (e) las estrategias de comunicación y retroalimentación, y (f) la acción tutorial del profesor.

Existen diferentes factores que inciden en el desempeño académico de los estudiantes, a partir de las interacciones que se desarrollan en los entornos virtuales de aprendizaje; algunos de estos factores se relacionan con el ámbito social, emocional y de aprendizaje de cada estudiante y otros con el desempeño del profesor-tutor en función del diseño de aprendizaje, que implica la estructura y la dosificación del contenido, los momentos de las experiencias de aprendizaje, las estrategias pedagógicas, secuencias didácticas, evaluaciones y uso de recursos para la docencia. Tal y como se muestra en el primer y segundo trabajo, son muchos los beneficios de aplicar LA en la práctica docente y cuando los profesores perciben como fácil y útil una herramienta o sistema, se verá reflejado en la actitud y la intención de uso.

En este capítulo se detalla el aporte, a través del diseño de un modelo de intervenciones basado en LA, especialmente en las siguientes dimensiones: (a) diseño de aprendizaje; (b) mentoría; (c) motivación y; (d) comunicación y retroalimentación. Los resultados presentan una experiencia en la implementación del modelo que permitió verificar que las intervenciones pedagógicas basadas en LA impactan en el desempeño académico de los estudiantes universitarios. Seguidamente, a partir de esta propuesta, se crea un modelo hipotetizado, y es a partir del análisis con técnicas de Path Analysis que se logra identificar cuáles de estas variables influyen de forma directa y positiva en el desempeño académico.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

2.3.2 Artículo 3

A continuación, se incluye el artículo 3, “Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving Toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis”, en su versión pre-print.

Oliva-Córdova, Luis Magdiel, Antonio Garcia-Cabot, and Héctor R. Amado-Salvatierra. "Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis." *Applied Sciences* 11.4 (2021): 1805. <https://doi.org/10.3390/app11041805>

Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving Toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis

Abstract:

The research area related to the use of Learning Analytics and the prediction of student performance is multidimensional; therefore, it can be explored and analyzed through different perspectives. This research addresses the relationship between pedagogical interventions based on Learning Analytics and student learning performance. The research problem of predicting student performance can be analyzed from various angles. This study presents an analysis based on the technique of Path Analysis (PA) and proposes a model based on the following variables: Mediation, Motivation, Communication, Learning Design, and Learning Performance. The study's findings demonstrate the importance of the role of virtual tutors in carrying out pedagogical interventions thanks to the information retrieved from the Learning Analytics tools and its appropriate analysis.

Keywords: learning performance; online tutoring; learning analytics; learning design; computer aided instruction

I. Introduction

The advance of technology has enhanced the various areas of knowledge; in the educational process, there have been significant changes in the usual teaching methods and techniques, which has made it possible to develop active and participatory learning. In the virtual training modality, teachers are overloaded with activities related to the educational fact; planning of learning, design of digital didactic material, design of online learning activities, design of online evaluations, monitoring, tutoring, synchronous video classes, feedback, grading and return of assignments, among others. Given this reality, the teacher must select tools that allow him/her to strengthen the teaching practice and provide him/her with inputs to make decisions while developing learning management in the students.

Information and Communication Technologies (ICT) are in constant innovation and development. An example of their contribution to the learning process is the implementation of e-learning platforms. This contribution has had such an impact that in recent years, these platforms have allowed the generation, organization, and dissemination of knowledge in a simple way and with great availability for anyone with Internet access [1]. Several authors and educational centers maintain that technology plays an

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

essential role in the educational system and that it has a potential for innovation and favorable development prospects [2]; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) highlights the potential of ICT to disseminate and improve teaching and learning in a wide variety of contexts [3] and [4] adds that ICT also have the power to improve people's quality of life. It also asserts that a future can be seen in which the Internet and other information technologies have the potential to promote impressive improvements in education.

The quality of education has been a subject of interest for teachers throughout time; the European Higher Education Area (EHEA) considers that "in order to achieve quality educational systems, new teaching methods for the training of students and innovative methods of assessing learning are necessary" [5].

Therefore, along with the rethinking of the educational system and the birth of virtual learning environments, there is also a need for monitoring these interfaces in order to verify compliance with the primary objective: providing a personalized education with quality content regardless of a student's location.

1.1. Learning Analytics (LA)

Regardless of the approach given to these virtual environments, one must always keep in mind the following questions: How practical is the course? Is it meeting the needs of the students? How can the needs of the students be better supported? Which interactions are effective? How can these relationships be optimized to the maximum?

In order to answer the above questions with conventional procedures, it is required to evaluate the students, analyze the grades they have achieved, inquire about the dropout rate and the reflections of the teacher at the end of the course, but these procedures are already insufficient and make it difficult to make a judgment regarding the efficiency of the courses in the absence of more detailed information with relevant quantitative and qualitative data when making decisions about the methods used.

Given these weaknesses in conventional procedures, it is necessary to use Learning Analytics (LA), which allows the measuring, collecting, analyzing, and presenting of students' data, their contexts, and the interactions generated therein in order to understand the learning process that is taking place and to optimize the environments in which it occurs. These interactions cover all levels: student-teacher-student, student-content, and student-student. More specifically, the answers to the questions mentioned above should be found using the LA discipline because the same will allow the generation of references for decision making at different levels, ranging from school administration and planning to the promotion of new, more personalized educational models [6].

A great promise of the LA is that knowledge of virtual learning environments and their impact on a large scale can be obtained through the collecting of large amounts of data. Learning approaches and design must be integrated with pedagogy when dealing with student-facing learning analytics systems in order for feedback tools to work effectively [7].

1.2. Online Tutoring

The role of the online teacher is of utmost importance within the teaching-learning process since he/she is responsible for determining which mentoring and motivational strategies to use for the realization of the learning design; that is, to present the content, to favor meaningful experiences, to implement pre-instructional, co-instructional, post-instructional, individual, or collaborative pedagogical methodologies and to measure the achievements that have an impact on the learning performance. In this sense, it is crucial to consider that the online tutor must develop communication and feedback skills to optimize time, resources, systems, and data obtained from students' traces in the virtual environment.

Pedagogical interventions based on Learning Analytics can be related to the learning performance of their students. The question is: what is the impact of pedagogical interventions with Learning Analytics on the learning performance of university students? This article presents a proposal for a path model in which variables, such as mediation, motivation, communication, learning design, and learning performance, were considered to answer the question. Path Analysis (PA) was used to evaluate the adjustment between the set of dependency relationships (direct and indirect influence) proposed from the study variables.

The purpose of this study was the application of Learning Analytics tools in order to strengthen teaching practice and relate pedagogical interventions to students' learning performance. In this way, the authors propose the objective of the research in the analysis of the application of Learning Analytics tools and their relevance in strengthening teaching practice and determining suggestions to be implemented from the study variables.

The work continues as follows: Section 2 presents a literature review on Learning Analytics and success cases applied to pedagogical intervention and students' learning performance. Sections 3 and 4 present the research hypotheses and the proposed model. Then, Section 5 presents an analysis of the data, closing with conclusions.

2. Literature Review

The incorporation of technology in the face-to-face or virtual teaching-learning processes requires the review of the teacher role because it is no longer a question of being in front of a classroom exposing concepts and looking for procedures so that students acquire new learning, but to host academic resources that facilitate the learning of students independently and collaboratively in platforms; in other words, the teacher must also acquire the skills to design content in an instructional way and use the virtual learning space (the e-learning platform, virtual campus or learning management system (LMS)) properly; also, they need to use Learning Analytics (LA), because this instrument can motivate students to focus on teaching by adapting it to the knowledge they already have.

With the growth and evolution of ICT supported Distance Education, the courses' execution in this modality should become more effective and efficient [8]. The concern for having a quality educational system seems to have motivated the realization of studies where some of the applications of the information and communication technologies have been put into practice [9,10]. The experiences in the literature highlight the importance for teachers to select technological tools that allow them to strengthen their teaching practice and, at the same time, provide them with inputs for decision-making before, during, and after the development of student learning management. In this context, LA arises as an emerging discipline that seeks to improve teaching and to learn through a critical evaluation of raw data and the generation of patterns that characterize student habits, predicting learning to provide timely interventions [11]. The mechanism for predicting and ranking student performance is crucial to promoting student learning success. Finding students at risk by predicting their performance can help teachers intervene so that students improve and achieve the desired success [12].

The educational technology field is embracing the use of LA to enhance students' learning experiences. Along with the exponential growth in this area, there is growing concern about the interpretability of analyses of student experience and what learning data can tell us [13]. In recent years, LA has become a promising research area that extracts useful information from educational databases to understand student progress and performance. The concept of LA refers to the measurement, collection, analysis, and presentation of information about students and their contexts to understand and optimize learning [14]. Recent developments have attracted much attention from researchers and

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

practitioners toward the exploring of LA's potential to improve learning and teaching practices. The abundance of available educational data, supported by technology-enhanced learning platforms, provides opportunities to assess student learning behavior, address student problems, optimize the educational environment, and facilitate data-driven decision making [15–17].

In distance learning environments, the teachers' role is to provide support through data, and Predictive Learning Analytics (PLA) is crucial. The orientation and assistance from teachers significantly impact the learning, the results, and the completion of the students' learning activities [18,19]. LA can enable students, teachers, and their institutions to understand better and predict learning and performance [20].

Virtual tutors play a crucial role in this process; the application of artificial intelligence and LA allows virtual tutors, teachers, and academic advisors to understand the behavior patterns related to the student's academic success using data collected from institutional databases [21].

2.1. Mentoring and Learning Performance

The virtual tutor is called an information facilitator, who is a born motivator to provoke students' interest to stay in the online course. The tutor must have the ability to provide feedback to the student's action and himself in order to achieve two-way improvements. In addition, Learning Design (LD) can provide a context of understanding to design predictive models in collaboration with tutors, maximizing their potential to support learning [22]. The use of technology can provide an unlimited source of data: the intensive use of tracking data collected through various technologies, such as intelligent tutoring systems (ITS) or learning management systems (LMS), produces large volumes of student interaction data [23–25] that teachers can use to improve teaching practice and to make LA-based pedagogical interventions that improve the learning performance of their students.

The research area related to the use of Learning Analytics and student performance prediction is multidimensional and can be explored and analyzed through different perspectives. This research addresses the relationship between pedagogical interventions based on Learning Analytics and student learning performance. The research problem of predicting student performance can be analyzed from various angles. In the current literature, several complementary approaches provide a baseline for such analyses; for example, descriptive analyses use data obtained from course evaluations, surveys, student information systems, learning management system activities and forums, and interactions primarily for informational purposes [26].

2.2. Learning Performance and Learning Design

Different attributes are associated with predicting student performance. In the study described by [7] that applied an approach to early prediction of learning performance in a mixed calculus course, they applied principal component regression to predict learning performance. The experimental results showed that students' learning performance in a blended calculus course can be predicted with high stability and accuracy using a dataset containing information from weeks 1 to 6 of the course. Meanwhile, in order to examine the relationship between variables and correlation analysis, group analysis, and multiple regression, this study combined research methodologies and learning analytics to examine the relationship between students' learning experience and their interactions with e-learning tools and learning outcomes. The results showed how students that reported using an in-depth approach to learning and tended to interact more frequently with the online environment had better learning performance and a positive relationship between the frequency of student interactions with online learning tools and learning performance in the course [13].

Student performance can be assessed by the extent of their interaction with a virtual environment, and more specifically, the students' interactions with implemented learning management. The tools generate many clickstream data, which reflects their participation in the learning environment [27]. Using student interactions to track learning experiences allows virtual tutors to follow the student or class's progress and readjust a pedagogical plan according to student performance [16]. The study [15] analyzed the extent to which student engagement time was aligned with the instructor's learning design and how engagement varied between different performance levels. The analysis was conducted over 28 weeks using follow-up data on 387 students and replicated over two semesters in 2015 and 2016. High-performing students spent more time studying in advance, while low-performing students spent a more significant proportion of their time on remedial activities. Interventions can affect students' success in learning. The use of interventions with Learning Analytics has been shown to affect guiding tutors or educators to help students in at-risk situations.

2.3. Motivation and Learning Performance

Several institutions have implemented LA interventions that have demonstrated impact in student success positively. The effectiveness of the deep learning model in the early prediction of student performance has been determined, which allows for timely intervention by the university in implementing corrective strategies for student support and counseling [27]; likewise, systems for evaluating student learning performance based on analysis and learning objectives support the teacher during evaluation, promotion, and improvement processes within the learning process [16]. The study [24] used a predictive system that uses automatic learning methods to identify students at risk of not delivering (or failing) their next assignment. Teachers had access through interactive panels to weekly predictions of the risk of failure for their students. The quasi-experimental study showed that when Prediction Learning Analytics knowledge is accessed systematically, virtual tutors or teachers can successfully monitor, identify, and intervene, particularly students at risk of failing their studies. In the methodology, the research [25] proposes an intervention model based on learning analytics from four iteration modules—data collection, data processing, intervention implementation, and effects assessment—and applies it to a blended learning environment. Through the design of a group of pretest–post-test experiments, the intervention model's effect was measured by learning commitment and learning achievement. The results show that the intervention model can effectively improve students' behavioral and cognitive engagement and learning achievement, especially for at-risk students.

2.4. Communication and Feedback

The evaluation process requires monitoring of student progress by the virtual tutor or teacher. The objective of evaluation and monitoring is to intervene based on the students' behavior. The search for consistent performance evaluation has motivated a renewed interest in research related to LA and Data Mining techniques to help tutors interpret raw data from the online environment. It has been found that learning objectives, learning activities, and assessments are interrelated elements that allow students to observe their learning, and that there is a need for tools that help teachers to monitor the academic progress of e-learning [8].

Previous studies have investigated the relationship between the frequency of use that students make of the LMS, such as logins, use of the discussion forum, resources used, and learning performance; however, these models do not consider other factors. The results show the central role of self-efficacy in predicting student performance. Online activity was not predictive of performance, suggesting psychological factors' primacy over online engagement in determining the outcome. Measuring student behaviors

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

through learning analytics allows researchers to examine relationships between LMS use and student performance.

Three measures were taken at the end of the semester to assess performance: (1) the number of times the student connected to the learning management system during the course of a semester of approximately 12 weeks; (2) the number of discussion messages read; (3) the number of discussion threads created; and (4) the number of resources reviewed. Correlational analyses were conducted using SPSS version 20 to examine the interrelationships between psychological factors, learning analytics, and grade pointing results. Students who have high levels of confidence in themselves and in their ability to achieve academically are more likely to experience academic success. This finding alone has several implications for educators involved in developing and implementing courses for students. Specifically, courses should promote learning environments that foster approaches that build confidence to learn.

Along with numerous conceptual studies, a gradual accumulation of empirical evidence has indicated a strong connection between instructors' design learning and student behavior. The extent to which student engagement time was aligned with the tutor's learning design and how engagement varied between different performance levels was investigated. The analysis was conducted using tracking data from 387 students and replicated over two semesters in 2015 and 2016. This study reinforced the importance of the pedagogical context and learning analytics because high-performing students spent more time studying in advance. In contrast, low-performing students spent a significantly larger portion of their time on remedial activities [15]. In educational institutions, success is measured by students' learning performance. Through continuous assessment of learning performance, educators can introduce innovative technologies such as analytic learning management systems to improve desired student outcomes. The results can help tutors improve teaching and learning activities, thereby improving student learning performance. Decision-makers can develop better procedures and guidelines to assist in the planning, design, development, and evaluation of innovative teaching and learning strategies that broadly help students achieve desired outcomes; they also explore learning analytics to improve the educational experience.

This study's objective was to explain the relationship between the use of Learning Analytics and the factors that interfere with student learning performance. The Learning Analytics approach implicitly recognizes the importance of student engagement. It adds a new dimension of data to offline engagement measures, such as participation with teachers and peers, time spent on the task, and emotional affinity with assignments [28]. Many learning analytics approaches use persuasive techniques to support study success and students at risk of dropping out [18].

Based on the literature review and LA's expectations, the present study analyzed the different factors that influence students' learning performance and how these results depend primarily on virtual tutors' role within the learning process. The teacher must select tools that allow him/her to strengthen the teaching practice and provide him/her with inputs to make decisions while developing learning management in students. The purpose of the proposed study was to analyze how teaching practice can be strengthened with Learning Analytics and determine the relationship between pedagogical interventions based on Learning Analytics and the learning performance of students from the perspective of the virtual tutor within the online teaching-learning process.

3. Research Model and Hypotheses

The research model used in this study was based on Path Analysis (PA), which is a method that allowed evaluating the adjustment between the set of dependency relationships (direct and indirect influence) proposed from the study variables [29]. It

should be mentioned that this method does not test causality but helps to infer causal hypotheses [30].

Before the study's analyses, an exploratory analysis of the data was performed to assess their quality: treatment of missing data, control of tabulation errors, presence of outliers, variability in distribution, and strange patterns in the data [31].

The PA was developed in six steps: (1) specification: establishment of the study variables; (2) identification: determination of the information to compare the model; (3) parameter estimation: obtaining the values that best fit the observed matrix; (4) fit assessment: determining whether the relationships between the estimated model variables reflect the relationships observed in the data; (5) model re-specification: improving the model fits; and (6) interpretation of results [32–34]. For this purpose, the model presented in Figure 1 was proposed, which integrates the study variables: Mentoring (MN), Motivation (MT), Communication and Feedback (CF), Learning Design (LD), and Learning Performance (LP).

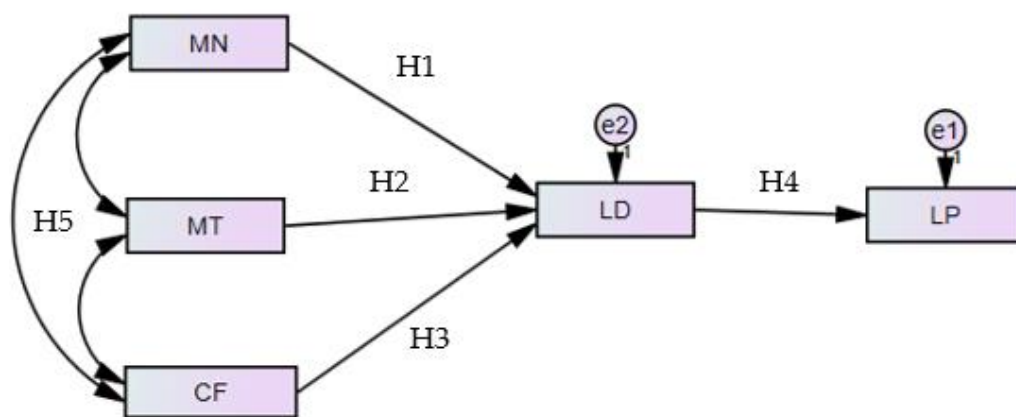


Figure 1. Hypothesized model for the relationship between mentoring, motivation, communication, learning design, and learning performance.

Following the objective of this study, the following hypotheses are proposed and will be tested:

- **H1.** Mentoring explains the levels of Learning Design.
- **H2:** Motivation explains the levels of the Learning Design.
- **H3:** Communication and Feedback explains the levels of the Learning Design.
- **H4:** Learning design explains Learning performance.
- **H5:** The relationship between mentoring, motivation, and communication with learning performance is mediated by the learning design (there is no direct relationship between mentoring, motivation, and communication and learning performance).

4. Research Method

4.1. Study Context

The research was carried out in an online graduate program at the Faculty of Engineering of the University of San Carlos of Guatemala in which 140 students from different disciplines who specialize in educational technology and virtual learning environments participated; the study was conducted in two mandatory courses of the curriculum related to the management of virtual environments and the development of digital educational resources; the courses are led by two professor–tutors specialized in e-learning. Table 1 shows that most of the participants ranged between 29 and 37 years of age and were engineering professionals; all participated voluntarily.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

The system used by the teachers to develop the virtual tutoring was the LMS Moodle; as part of the innovation for the study, plugins were integrated to generate learning analytics that would allow reporting of student interactions in the virtual learning environment in order to direct the teaching–learning process toward a model of interventions based on learning analytics and virtual tutoring of the teacher. These plugins were downloaded from the Moodle Community and evaluated for integration and use in graduate programs' virtual learning environment (Figure 2).

With the purpose that online teachers will use Moodle plugins on time, regarding virtual tutoring, a four-phase model was proposed: (1) design of learning experiences; (2) data collection; (3) data analysis and modeling; and (4) pedagogical interventions. This process favored mentoring since after propitiating a meaningful learning experience, it was possible to collect student data on participation, motivation, successes, and achievements, analyze them, and then intervene promptly using personalized communication and feedback to obtain the desired results academic performance.

It is important to note that the University of San Carlos de Guatemala's numerical quantification system considers the favorable range from 61 to 100 points; and the unfavorable range is from 0 to 60 points.

4.2. Instruments

Data collection was done through two components: (1) Learning Analytics plugin and (2) Teacher's log, as shown in Figure 2 in the column A.

Table 1. Demographic and descriptive statistics of the participants.

Item		Frequency	Percentage
Gender	Female	58	41.40%
	Male	82	58.60%
Age	20-28	32	22.85%
	29-37	56	40.00%
	38-46	27	19.29%
	47-55	14	10.00%
	56+	11	07.86%
Professional area	Education	23	16.43%
	Psychology	17	12.14%
	Architecture	11	07.86%
	Agronomy	14	10.00%
	Engineering	34	24.29%
	Social Work	12	08.57%
	Art	8	05.71%
Economy	21	15.00%	

The element A in Figure 2 presents both components; in the first component, the Learning Analytics Plugins implemented in the LMS Moodle were used as tools. The data were obtained to be modeled and analyzed through the reports of course activity, accessed contents, activity submissions, distribution of hits, grades, number of active students, registrations, forum participation, course dedication, and interaction in the virtual learning objects.

In the second component, the data were collected through the blogs of the virtual tutors through the messages sent in the platform, follow-up emails, feedback on tasks, synchronous tutorials, an adaptation of educational resources, production of videos enriched with questions, learning design, support video tutorials, telephone calls, motivation messages; then, the data were sent to be evaluated and interpreted.

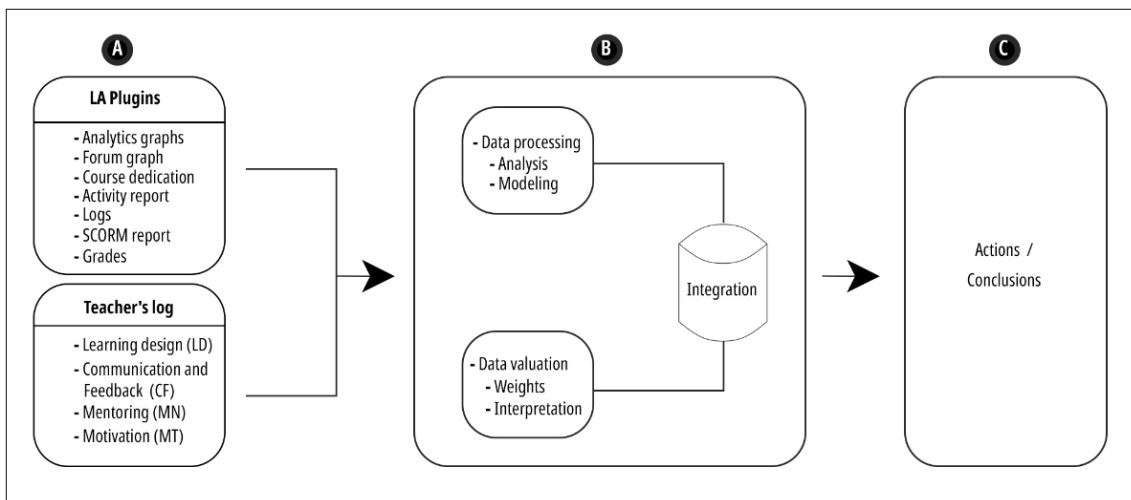


Figure 2. Diagram of instruments (A), processes (B), and actions (C).

4.3. Procedure and Data Collection

The process was carried out through the application of an integrated model with four phases: (1) design of learning experiences; (2) data collection; (3) data processing and analysis; and (4) conclusions and discussion.

4.3.1. Phase 1: Design of Learning Experiences:

The design of learning experiences was based on the instructional model's principles of successive approaches Successive Approximation Model (SAM) [35], which is an iterative, cyclical, dynamic model consisting of three phases: iterative design, iterative development, and implementation. Based on this model, learning routes, training lessons, learning activities, audiovisual support resources, and virtual learning objects were designed, and communication and evaluation standards were established.

4.3.2. Phase 2: Data Collection

It was carried out through the instruments established in Figure 2, element A. The following variables were established for this purpose: (1) study time; (2) interaction with virtual learning objects; (3) interaction in forums/wikis; (4) interaction with tasks; (5) learning performance; (6) communication and feedback; (7) mentoring; (8) learning design; and (9) motivation as shown in Table 2.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

Table 2. Data collecting methods for variable.

Code	Suggested independent variables	Data collecting methods
VS1	Total studying time in LMS	Calculating the total number of hours employed between login and logout.
VS2	Interaction with virtual learning objects	Adding up the total interactions reported in the SCORM report of the virtual learning objects.
VS3	Interaction in forums/wiki	Adding up the total reported interactions with the forum analytics plugin.
VS4	Interaction with learning tasks	Adding up the total number of participants' task submissions through the submission distribution block.
VS5	Learning Performance	Adding up all scores for assignments and assessment in the course.
VT1	Communication and feedback	Counting the number of messages and task feedback.
VT2	Mentoring	Counting the number of follow-up emails, phone calls, synchronous meetings, and participation in forums of questions.
VT3	Learning Design	Counting the number of resources designed for the course, readjusted educational resources, enriched videos, complementary readings, and designed extracurricular activities.
VT4	Motivation	Counting the number of motivation messages sent, extracurricular meetings, and game dynamics implemented.

4.3.3. Phase 3: Data Processing and Analysis:

It was carried out through the processes established in Figure 2, element B. After obtaining the data, a classification modeling of the captured data from the LA plugins was done. The data from the tutorial logs were evaluated by estimating weights and making interpretations. The software programs used for the analysis were R (Language and environment for statistical computing and graphics), SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), and AMOS (Analysis of Moment Structures by IBM SPSS).

The first analysis that was performed was exploratory through descriptive statistics of the study variables and correlation analysis between learning behavior and final learning performance. Finally, Path Analysis was used to evaluate the adjustment between the set of dependency relationships.

4.3.3. Phase 4: Conclusions and Discussion:

After carrying out the analyses, the hypotheses raised were accepted or rejected according to the established study objective. Then, the results were compared with the previous studies, establishing the differences or coincidences based on the results found.

5. Data Analysis

5.1. Descriptive Statistics

Table 3 illustrates the main statistics that describe the variables of the study. For the different variables (student), there was a wide dispersion (Minimum and Maximum) among the participants concerning the different interactions within the platform, presenting the most significant variability in forum/wiki participation and with the tasks. As for the final grade, it is revealed that the average grade is above the minimum approval and presented greater homogeneity in the results. As for the variables related to the teacher's interventions in the platform, the most significant variability is communication; for the rest of the variables, the variation was less.

Table 3. Descriptive statistics for the study variables.

Variable code	Mean	Standard Deviation	Minimum	Maximum
Student				
VS1	19.6629	8.43861	17.70	45.10
VS2	60.4714	20.64098	21.00	101.00
VS3	290.1286	150.75337	19.00	523.00
VS4	204.9857	71.73997	38.00	430.00
VS5	80.7214	15.89561	60.00	99.00
Professor				
VT1	121.2857	21.59317	89.00	164.00
VT2	13.2571	2.83705	10.00	22.00
VT3	18.3143	1.73313	18.00	20.00
VT4	11.7143	1.28698	11.00	17.00

To evaluate the relationship between the variables referred to the students' learning behaviors when entering the platform and the final grade obtained, a correlation analysis was used (Spearman's Rho). In Table 4, it is evident that all the variables are positively correlated with the students' final grades. That is, as the different learning behavior variables increase, the final grade also increases. Likewise, the relationships presented were statistically significant ($p < 0.05$).

5.2. Path Analysis

The different teacher interventions and their influence on the learning performance were considered, for which a PA was chosen. Before the PA, the correlations for the variables of teacher intervention and learning performance were tested. This information was the base input to build the empirical model. It was found that all the correlations were positive and more significant than 0.3 but less than 0.8 (Table 5), which indicates a direct relationship between the different variables. In addition, all correlations were statistically significant ($p < 0.1$).

Table 4. Correlational analysis between learning behaviors and learning performance.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

	Standard Deviation	Minimum
Total studying time in LMS	Spearman's Rho	0.351
	p-value	0.006
Interaction with the LMS	Spearman's Rho	0.332
	p-value	0.005
Interaction with virtual learning objects	Spearman's Rho	0.653
	p-value	0.003
Interaction in forums/wiki	Spearman's Rho	0.405
	p-value	0.001
Interaction with learning tasks	Spearman's Rho	0.410
	p-value	0.015

Table 5. Correlation analysis for model variables.

Variable	MN	MT	CF	LD
Motivation (MT)	0.472	-	-	-
Communication and Feedback (CF)	0.505	0.673	-	-
Learning Design (LD)	0.711	0.567	0.458	-
Learning Performance (LP)	0.379	0.525	0.493	0.528

The model tested is shown in Figure 1 with its predictive observable variables (PA) and its mediating or indirect effects. For the statistical significance of the t indices, $p < 0.05$ was taken as a reference. In addition, multiple fit statistics and indices were calculated to test the theoretical model [30–32], the chi-square statistic, the Comparative Fit Index (CFI), Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), Square Root Mean Residual (SRMR), and the Goodness-of-Fit Index (GFI). Thresholds indicating good fit have been established for these indices. The authors [36] have suggested an adequate fit when the CFI and GFI are greater than 0.90, along with an RMSEA and SRMR less than 0.08, and an excellent fit if they are greater than 0.95 or less than 0.05 according to the indices indicated. All analyses were performed with AMOS 25 (Analysis of Moment Structures by IBM SPSS) [37].

The results obtained after identifying and estimating the model (Figure 1) evaluated the quality of the data's fit to the proposed theoretical model using the thresholds described above as references. In other words, the model was interpreted globally together with the contrast of the hypotheses. The model tested did not show satisfactory values for the model [37], with the data collected $\chi^2_{(3)} = 11.32$; $p < 0.05$; GFI = 0.942; AGFI = 0.711; IFC = 0.942; RMSEA = 0.202; AIC = 35.36; ECVI = 0.519).

5.3. Model Results

With the findings and index modification, adjustments were made to the initial model (Figure 1). In effect, the model was re-specified by considering the criterion of statistical significance between the regression coefficients and the theoretical support for making the modifications. Once the changes were made, the relationships found were statistically significant for the various coefficients and the levels of adjustments appropriate to the model presented in Figure 3.

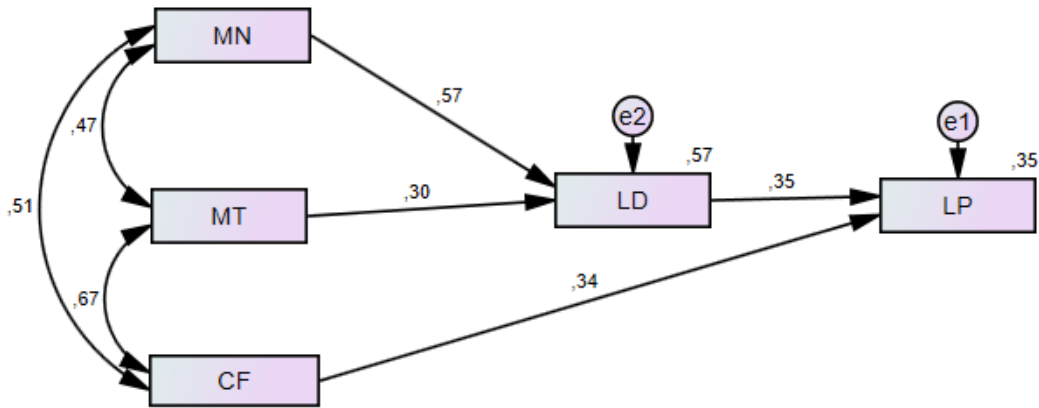


Figure 3. The final model for the relationship between Mentoring (MN), Motivation (MT), Communication and Feedback (CF), Learning Design (LD), and Learning Performance (LP).

The adjustment rates for the final model were acceptable $\chi^2_{(3)} = 2.96$; $p > 0.05$; GFI = 0.984; AGFI = 0.918; IFC = 1.00; RMSEA = 0.001; AIC = 26.96; ECVI = 0.396). The above indicates that the errors associated with estimating the parameters fall in the range of normal values and the residues are small. The hypotheses results are demonstrated in Table 6.

Table 6. Research hypotheses results. (***) indicates $p < 0.001$.

Research hypotheses	Standardized estimates β	Results
H1: Mentoring explains the levels of Learning Design.	0.57***	Confirmed
H2: Motivation explains the levels of Learning Design.	0.57***	Confirmed
H4: Learning design explains Learning Performance.	0.35***	Confirmed

In this study, all three hypotheses are positively significant at the 0.001 level, so the results indicate support for the following three hypotheses (H1, H2, H4).

For Hypothesis 1 (H1), virtual teacher tutoring is significantly positively related to learning design levels ($\beta = 0.57$). The virtual tutor (teacher) 's LA-based interventions contribute to inferring actions to mediate content, select pedagogical strategies, design didactic sequences, select types of assessments, and convenient technological tools for learning design.

For Hypothesis 2 (H2), motivation has a positive and significant impact on Learning Design levels ($\beta = 0.57$). In this sense, the virtual tutor's motivational actions to develop his teaching practice contribute to deduce the levels of Learning Design that imply the concreteness of the educational fact.

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

Supported Hypothesis 4 (H4) demonstrates that the virtual tutor's Learning Design based on LA exerts a direct positive influence on the students' learning performance ($\beta = 0.35$). Consequently, when the virtual tutor performs actions to choose what, when, where, and how to teach (learning design), this is reflected in the students' learning performance.

Regarding the direct and indirect effects present in the model (Figure 3), it is observed that the Tutoring (MN) and Motivation (MN) variables presented only indirect effects (using Learning Design) with coefficients 20 and 11, respectively. On the other hand, the variables Communication and Feedback (CF) and Learning Design (LD) showed direct effects with coefficients of 30 and 35 (H3). These last two variables showed a strong relationship with learning performance; that is, the higher the communication and learning design, the higher the student's learning performance and vice versa. Hypothesis 3 (H3) was rejected as original where CF and LD had direct effects; instead, CF provide direct effects to Learning Performance (LP). In terms of Hypothesis 5 (H5), the three variables (MN; MN and CF) together are reflected in Learning Design (LD) because Communication and Feedback (CF) have a direct impact on Learning Performance (LP).

6. Findings and Discussion

The findings of this study reveal that the interventions performed by the virtual tutor (teacher) based on LA (H1) and the motivational actions developed (H2) contribute to the levels of learning design. Consequently, this design positively influences the learning performance of students (H4). In terms of interventions, it is identified that the teacher using the LA has a better understanding of learning design. This enables identifying and validating relevant measures of the processes, outcomes, and activities involved in learning performance [38].

In the context of the study, the motivation developed by the virtual tutor is transcendental in the learning design; this is because when using LA in virtual learning environments, it is possible to identify attitudes toward the content, attention, and commitment, extracurricular experiences, and interests that have an impact on learning performance [39]. The learning design developed by the virtual tutor that allows for meaningful and non-traditional experiences will effectively contribute to academic performance [40].

In terms of H3, where it was supposed that Communication and Feedback (CF) explain the level of learning design, the authors did not find a correlation. Instead, the results of the study also show that there is a direct relationship between the variables Communication and Feedback (CF) with the Learning Performance (LP) and the virtual tutor interventions. This finding was included in the revised model. We emphasize the direct relationship (Figure 3) between Communication and Feedback with Learning Performance where online socialization, support and feedback strategies, technical support, information sharing, content reinforcement, follow-up messages, and queries are some of the intervention and follow-up actions of virtual tutors. This agrees with [41], whose aim in the study was to examine the sequential and temporal characteristics of learning strategies and to investigate their association with communication and feedback. The results suggest a positive association between Communication and Feedback (CF) with effective Learning Performance (LP). Finally, it is important to recall (H5), stating that there is a relationship between mentoring, motivation, and communication with Learning Performance mediated by the Learning Design. In this case, the hypothesis was rejected, and it was found that Communication and Feedback (CF) directly affect Learning Performance (LP) as an important factor once there is a strong learning design. In this sense, it is possible that Motivation (MT) or Mentoring (MN) could not be perfect, but Communication and Feedback (CF) are relevant for the student's success.

Currently, virtual teachers or tutors play different roles in carrying out the educational process. In the study of [24], an LA tool was used that allowed intervention actions with at-risk students and timely improvement of learning experiences, and as a result, the learning performance in students also improved.

In addition, the study's explanation presented [42] examines the association between students' learning approaches and study strategies extracted from digital tracking data of students' interactions with online learning resources. Tutors can derive specific recommendations for their students in terms of strategies to follow and corrective actions to students' learning approaches [11].

The research results are consistent with previous studies that have explored the association between students' frequency of LMS use (logins, use of discussion forums, resources used, others) and learning performance; however, other factors such as motivation are also considered. The observed relationship between motivation, learning design, and learning performance may be similar to those observed in the study [43]. The results show the central role of elements linked to the levels of learning design and motivation. Motivational intervention is an intervention that provides external stimuli to learners. Within this research scope, an intervention engine was designed and developed that included task-based instructional intervention and supportive and motivational interventions based on learning experiences. Based on the results, it was observed that students indicated that the core intervention system is helpful and was beneficial to their learning process [44 -45]. In addition, the study [8] shows a need for tools to help teachers monitor academic e-learning progress to identify actions that enable motivation [7].

Based on all these findings, it is possible to say that virtual tutors' supportive intervention is an important factor in the satisfactory performance of students. Essential factors such as Communication and Learning Design can influence students' Learning Performance.

7. Conclusions

With the continuous development of online learning platforms, the analysis and prediction of educational data has become a promising field of research, which is useful for developing a personalized learning system [29]. The main motivations for the use of learning analytics for higher education institutions include (a) improving student learning and motivation, thus reducing the dropout rate, and (b) trying to improve the student learning process by providing adaptive learning paths toward specific objectives set by the curriculum, the teacher, or the student [20]. Based on the intervention model, in this study, it was possible to verify that pedagogical interventions based on Learning Analytics do impact the final learning performance of a course and of university students.

This work was based in the following question: What is the impact of pedagogical interventions with Learning Analytics on the learning performance of university students? To answer this question, a model with the following variables was proposed: Motivation, Mentoring, Communication and Feedback, Learning Design and Learning Performance. For this model, it is important to mention that the Communication and Feedback component was strongly based on learning analytics tools.

It is important that virtual tutors appropriately manage tools to develop the different types of communication and feedback in virtual learning environments (synchronous, asynchronous, unidirectional, bidirectional, multidirectional, and massive communication). In that case, students will present a better learning performance in the courses. According to the results, in the same way, the learning design developed by the virtual tutor has a direct impact on learning performance, and the results are improved with the help of Learning Analytics tools.

In other words, the virtual tutor's work in choosing what, when, where, and how to teach is reflected in learning performance. Learning Design involves a series of decisions

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

about (1) the content, its structure, and dosage; (2) the timing of meaningful learning experiences; (3) the pre-instructional, co-instructional, post-instructional, individual, or collaborative pedagogical strategies; (4) the didactic sequences established; (5) the assessments; and (6) the uses of technologies to support learning. Among the findings, it is important to recognize that the study reflected benefits such as (1) time savings in monitoring and mentoring by being able to visualize reports that show the actions of course participants; (2) decision making regarding the learning design, for example, if it is effective or if it adheres to the graduate profile of the curriculum; (3) improvement in the learning performance of students from interventions based on learning analytics.

It is important to highlight the importance of virtual tutors' role in conducting pedagogical interventions thanks to the information retrieved from the learning analytics tools. The use of the data analysis tools helped the students perceive the tutors' accompaniment positively and, to some extent, impacted the students' success in their learning.

Finally, within the implications that this study has in the University of San Carlos de Guatemala, it can be said that the virtual tutoring model based on learning analytics, which was used by the professors, had a positive impact, according to the timely interventions that favored learning performance. The future work will continue exploring the best practices based on Learning Analytics tools and the improvement of the model.

Author Contributions: Conceptualization, L.M.O-C and H.A-S; methodology, A.G-C; software H.A-S and L.M.O-C; formal analysis, L.M.O-C, H.A-S, A.G-C; investigation, L.M.O-C; resources, H.A-S; writing—original draft preparation, L.M.O-C and H.A-S; writing—review and editing, L.M.O-C, H.A-S and A. G-C; supervision, A. G-C; project administration, H.A-S, L.M.O-C and A.G-C. All authors have read and agreed to the published version of the published version of the manuscript.

Funding: This research received no external funding

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: The data presented in this study are available within the article.

Acknowledgments: The authors wish to thank the coordinator of e-learning programs of the Faculty of Engineering of the University of San Carlos of Guatemala for her support in the development of the research.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. López, S.; Lucero, S. Aplicación de Técnicas de Learning Analytics en Entornos Blended-Learning para Enseñanza Universitaria, Ph.D. Dissertation, Enxeñaría Telemática: Universidad de Vigo, España, 2019.
2. Soomro, K.A.; Kale, U.; Curtis, R.; Akcaoglu, M.; Bernstein, M. Digital divide among higher education faculty. *Int. J. Educ. Technol. High. Educ.* **2020**, *17*, 1–16.
3. Guttman, C. *Education in and for the Information Society*; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: UNESCO, France, 2003.
4. Mangaroska, K.; Giannakos, M. Learning analytics for learning design: A systematic literature review of analytics-driven design to enhance learning. *IEEE Trans. Learn. Technol.* **2018**, *12*, 516–534.
5. Alonso Díaz, L.; Entonado, F.B. *El Docente de Educación Virtual*, Guía básica; NARCEA SA DE EDICIONES: Madrid, Spain, 2012.

6. Ruiz, I.I.B. Learning Analytics como cultura digital de las universidades: Diagnóstico de su aplicación en el sistema de educación a distancia de la UNAM basado en una escala compleja. *Revista Iberoamericana de Educación* **2019**, *80*, 89–116.
7. Lu, O.H.; Huang, A.Y.; Huang, J.C.; Lin, A.J.; Ogata, H.; Yang, S.J. Applying learning analytics for the early prediction of Students' academic performance in blended learning. *J. Educ. Technol. Soc.* **2018**, *21*, 220–232.
8. Costa, L.; Souza, M.; Salvador, L.; Amorim, R. Monitoring students performance in e-learning based on learning analytics and learning educational objectives. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*; IEEE: Maceio, Brazil, 2019; Volume 2161, pp. 192–193.
9. Garcia-Cabot, A.; de-Marcos, L.; Garcia-Lopez, E. An empirical study on m-learning adaptation: Learning performance and learning contexts. *Comput. Educ.* **2015**, *82*, 450–459.
10. Yu, T.; Jo, I.H. Educational technology approach toward learning analytics: Relationship between student online behavior and learning performance in higher education. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, Indianapolis, IN, USA, 24–28 March 2014; pp. 269–270.
11. Peña-Ayala, A. *Learning Analytics: Fundamentals, Applications, and Trends*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2017.
12. Shibani, A.; Knight, S.; Shum, S.B. Contextualizable learning analytics design: A generic model and writing analytics evaluations. In *Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge*, Tempe, AZ, USA, 4–8 March 2019; pp. 210–219.
13. Ellis, R.A.; Han, F.; Pardo, A. Improving learning analytics—combining observational and self-report data on student learning. *J. Educ. Technol. Soc.* **2017**, *20*, 158–169.
14. Khine, M.S. Learning Analytics for Student Success: Future of Education in Digital Era. In *Proceedings of The European Conference on Education*, Brighton, UK, 29 June–1 July 2018.
15. Na, K.S.; Tasir, Z. A systematic review of learning analytics intervention contributing to student success in online learning. In *Proceedings of the 2017 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTICE)*, Hong Kong, China, 20–23 April 2017; pp. 62–68.
16. Waheed, H.; Hassan, S.U.; Aljohani, N.R.; Hardman, J.; Alelyani, S.; Nawaz, R. Predicting academic performance of students from VLE big data using deep learning models. *Comput. Hum. Behav.* **2020**, *104*, 106189.
17. Nguyen, Q.; Huptych, M.; Rienties, B. Linking students' timing of engagement to learning design and academic performance. In *Proceedings of the 8th International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, Sydney, Australia, 5–9 March 2018; pp. 141–150.
18. Hilton, J. Open educational resources, student efficacy, and user perceptions: A synthesis of research published between 2015 and 2018. *Educ. Technol. Res. Dev.* **2019**, *68*, 853–887.
19. Ifenthaler, D.; Yau, J.Y.K. Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educ. Technol. Res. Dev.* **2020**, *68*, 1961–1990.
20. Seufert, S.; Meier, C.; Soellner, M.; Rietsche, R. A pedagogical perspective on big data and learning analytics: A conceptual model for digital learning support. *Technol. Knowl. Learn.* **2019**, *24*, 599–619.
21. Al-Doulat, A.; Nur, N.; Karduni, A.; Benedict, A.; Al-Hossami, E.; Maher, M.L.; Dou, W.; Dorodchi, M.; Niu, X. Making Sense of Student Success and Risk Through

2. COMPENDIO DE ARTÍCULOS DE LA TESIS

- Unsupervised Machine Learning and Interactive Storytelling. In Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education, Ifrane, Morocco, 6–10 July 2020; pp. 3–15.
22. Er, E.; Gómez-Sánchez, E.; Dimitriadis, Y.; Bote-Lorenzo, M.L.; Asensio-Pérez, J.I.; Álvarez-Álvarez, S. Aligning learning design and learning analytics through instructor involvement: A MOOC case study. *Interact. Learn. Environ.* **2019**, *27*, 685–698.
 23. Dawson, S.; Joksimovic, S.; Poquet, O.; Siemens, G. Increasing the impact of learning analytics. In Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge, Tempe, AZ, USA, 4–8 March 2019; pp. 446–455.
 24. Herodotou, C.; Hlosta, M.; Boroowa, A.; Rienties, B.; Zdrahal, Z.; Mangafa, C. Empowering online teachers through predictive learning analytics. *Br. J. Educ. Technol.* **2019**, *50*, 3064–3079.
 25. Gong, L.; Liu, Y. Design and application of intervention model based on learning analytics under blended learning environment. In Proceedings of the 2019 7th International Conference on Information and Education Technology, Aizu-Wakamatsu, Japan, 29–31 March 2019; pp. 225–229.
 26. Daud, A.; Aljohani, N.R.; Abbasi, R.A.; Lytras, M.D.; Abbas, F.; Alowibdi, J.S. Predicting student performance using advanced learning analytics. In Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion, Perth, Australia, 3–7 April 2017; pp. 415–421.
 27. Joshi, A.; Desai, P.; Tewari, P. Learning Analytics framework for measuring students' performance and teachers' involvement through problem-based learning in engineering education. *Procedia Comput. Sci.* **2020**, *172*, 954–959.
 28. Cirigliano, M.M.; Guthrie, C.; Pusic, M.V.; Cianciolo, A.T.; Lim-Dunham, J.E.; Spickard, A., III.; Terry, V. “Yes, and...” Exploring the Future of Learning Analytics in Medical Education. *Teach. Learn. Med.* **2017**, *29*, 368–372.
 29. Pérez, E.; Medrano, L.A.; Rosas, J.S. El Path Analysis: Conceptos básicos y ejemplos de aplicación. *Rev. Argent. Cienc. Comport.* **2013**, *5*, 52–66.
 30. Loehlin, J.C.; Beaujean, A.A. *Latent Variable Models: An Introduction to Factor, Path, and Structural Equation Analysis*; New York, USA, 2016.
 31. Byrne, B.M. *Structural Equation Modeling with AMOS: Basic Concepts, Applications, and Programming (Multivariate Applications Series)*; Taylor & Francis Group: New York, NY, USA, 2010; Volume 396, p. 7384.
 32. Kline, R.B. *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*; Guilford Publications: New York, USA, 2015.
 33. Kaplan, D. *Structural Equation Modeling: Foundations and Extensions*; Sage Publications: London, United Kingdom, 2008; Volume 10.
 34. Weston, R.; Gore, P.A., Jr. A brief guide to structural equation modeling. *Couns. Psychol.* **2006**, *34*, 719–751.
 35. Jung, H.; Kim, Y.; Lee, H.; Shin, Y. Advanced instructional design for successive E-learning: Based on the successive approximation model (SAM). *Int. J. E-Learn.* **2019**, *18*, 191–204.
 36. Hu, L.; Bentler, P. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Struct. Equ. Model. Multidiscip. J.* **1999**, *6*, 1–55.
 37. Arbuckle, L. *IBM SPSS Amos 25 User's Guide*; Amos Development Corporation: Crawfordville, FL, USA, 2017.
 38. Huang, S.Y.; Kuo, Y.H.; Chen, H.C. Applying digital escape rooms infused with science teaching in elementary school: Learning performance, learning motivation, and problem-solving ability. *Think. Ski. Creat.* **2020**, *37*, 100681.
 39. Matcha, W.; Gašević, D.; Uzir, N.A.A.; Jovanović, J.; Pardo, A. (2019, March). Analytics of learning strategies: Associations with academic performance and

- feedback. In Proceedings of the 9th International Conference on Learning Analytics & Knowledge, Tempe, AZ, USA, 4–8 March 2019; pp. 461–470.
40. Gasevic, D.; Jovanovic, J.; Pardo, A.; Dawson, S. Detecting learning strategies with analytics: Links with self-reported measures and academic performance. *J. Learn. Anal.* **2017**, *4*, 113–128.
 41. Broadbent, J. Academic success is about self-efficacy rather than frequency of use of the learning management system. *Australas. J. Educ. Technol.* **2016**, *32*, 38–49.
 42. Şahin, M.; Yurdugül, H. An intervention engine design and development based on learning analytics: The intelligent intervention system (In 2 S). *Smart Learn. Environ.* **2019**, *6*, 18.
 43. Amazona, M.V.; Hernandez, A.A. User Acceptance of Predictive Analytics for Student Academic Performance Monitoring: Insights from a Higher Education Institution in the Philippines. In Proceedings of the 2019 IEEE 13th International Conference on Telecommunication Systems, Services, and Applications (TSSA), Bali, Indonesia, 3–4 October 2019; pp. 124–127.
 44. Cirigliano, M.M.; Guthrie, C.; Pusic, M.V.; Cianciolo, A.T.; Lim-Dunham, J.E.; Spickard, A., III.; Terry, V. “Yes, and...” Exploring the Future of Learning Analytics in Medical Education. *Teach. Learn. Med.* **2017**, *29*, 368–372.
 45. Cruz-Jesus, F.; Vicente, M.R.; Bacao, F.; Oliveira, T. The education-related digital divide: An analysis for the EU-28. *Comput. Hum. Behav.* **2016**, *56*, 72–82.

2.3.3 Resumen de los resultados artículo 3

En este apartado se ha mostrado una propuesta de modelo de intervención aplicando LA, en donde se consideraron las variables: (a) mediación, (b) motivación, (c) diseño de aprendizaje, (d) comunicación y retroalimentación, y (e) desempeño del aprendizaje. Los resultados de la aplicación de este modelo evidencian que las intervenciones realizadas por el tutor virtual con base en LA favorecen las decisiones para orientar y fortalecer el desempeño de aprendizaje de los estudiantes. En otras palabras, el trabajo del tutor virtual en la elección de qué, cuándo, dónde y cómo enseñar necesita de información que le permita dar pasos firmes para intervenir oportunamente, y es aquí donde el LA juega un papel importante en la toma de decisiones que faciliten la práctica docente.

Los resultados también evidencian que las variables que influyen de forma directa y positiva en el desempeño de aprendizaje son: (a) el diseño de aprendizaje y (b) la comunicación y la retroalimentación. En cuanto a las variables (c) motivación y (d) mediación, estas influyen en el desempeño de aprendizaje a través del diseño de aprendizaje. Es decir, que cuando la motivación y las orientaciones son claras en el diseño de experiencias de aprendizaje, estas repercuten de forma positiva en el desempeño de aprendizaje de los estudiantes.

A lo largo de los tres últimos capítulos se han mostrado los aportes y el impacto de los artículos presentados en esta tesis. En el próximo capítulo se analizarán y discutirán con mayor detalle los diversos resultados obtenidos a partir de estos trabajos.

Capítulo 3

3. Resultados y discusión

En los capítulos anteriores se han mostrado los artículos de investigación que componen esta tesis. A continuación, se resumen los resultados de cada uno de ellos y se discuten en relación con las preguntas de investigación planteadas.

3.1 Artículo 1 - Mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre Learning Analytics como apoyo a la práctica docente

El primer artículo presenta un mapeo y revisión sistemática de la literatura sobre LA y su vínculo con las competencias docentes realizadas en la práctica universitaria. El objetivo de esta revisión era analizar el estado actual sobre el uso de LA en la práctica docente y para llevar a cabo el proceso de revisión y el mapeo, se realizó un procedimiento basado en tres momentos: (a) planeación, (b) desarrollo y (c) reporte del estudio.

La **planeación** se desarrolló a través de las siguientes fases: (1) identificación de brechas y oportunidades de investigación: un procedimiento de revisión general de la literatura para identificar términos emergentes y de interés para el estudio; (2) desarrollo del protocolo de investigación: para definir el alcance y el ámbito de estudio se consideró el método PICOC por sus siglas en inglés; (P) Población/problema; (I) Intervención; (C) Comparación/control; (O) Resultados de interés; (C) Contexto y; (3) evaluación del protocolo de investigación: en el diseño del protocolo participaron tres investigadores con experiencia en las variables de estudio; después de varias reuniones y debates se tuvo como resultado el desarrollo y evaluación del protocolo de investigación.

En cuanto al **desarrollo**, este contempló la (4) identificación de las preguntas de investigación distribuidas en preguntas para el mapeo sistemático: (MQ1) ¿Cuántos estudios se han publicado a lo largo de los años 2016-2020?; (MQ2) ¿Cuál es la distribución geográfica de las publicaciones sobre LA?; (MQ3) ¿Cuáles han sido los principales beneficios de aplicar LA?; (MQ4) ¿En qué áreas se ha aplicado el LA?; (MQ5) ¿Cuáles son los principales tópicos de las revisiones de LA?; y, (MQ6) ¿Cuál es el idioma más utilizado en este tipo de publicaciones? Y en preguntas para desarrollar la revisión sistemática de la literatura desde tres dimensiones (1) propósitos del LA; (2) competencia docente y (3) práctica docente, siendo estas: (RQ1) ¿Cuáles son los propósitos por los que el LA se ha aplicado en la educación superior?; (RQ2) ¿Cómo se vinculan las competencias docentes con el uso del LA en el contexto universitario?; y, (RQ3) ¿Cómo se ha aplicado el LA en la práctica docente? Luego se procedió a (5) diseñar las estrategias de búsqueda a través de la construcción de ecuaciones de búsqueda. También se establecieron (6) los criterios de inclusión y exclusión del estudio; (7) evaluación de la calidad de los estudios seleccionados a través un formulario donde se evaluaron aspectos de divulgación y aspectos teórico-metodológicos. Finalmente, como parte del momento de desarrollo se procedió a (8) la extracción y la síntesis de datos, utilizando el diagrama PRISMA.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 7886 trabajos distribuidos de la siguiente manera: WoS (n=2018); Scopus (n=3174); ScieLO SciELO Citation Index (n=11), ScienceDirect, Scielo (n=593), IEEE Xplore (n=528) y Google Scholar (n=1544). Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión quedaron (n=188) y finalmente después de aplicar criterios de calidad basados se seleccionaron (n=50) para desarrollar el mapeo y la revisión sistemática de la literatura.

Para desarrollar el **reporte del estudio** se procedió a presentar dos secciones: en la primera se contestaron las preguntas del mapeo y en la segunda sección se dio respuesta a las de la revisión sistemática según las dimensiones: (1) propósitos del LA; (2) competencia docente y (3) práctica docente.

Por tanto, en relación con la pregunta de investigación planteada, P11 ¿Cuál es la producción científica sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente del periodo 2016 al 2020?, los resultados del mapeo se describen en función de las preguntas planteadas. En relación con la (MQ1) se identificaron 7886 estudios publicados del periodo 2016 al 2020 en las bases de datos académicas: WoS, Scopus, SciELO Citation Index, ScienceDirect, Scielo, IEEE Xplore y Google Scholar, que después de un proceso riguroso de acuerdo con los criterios de calidad se seleccionaron 50 documentos para el análisis en profundidad del estudio. De los documentos seleccionados el 48% corresponde a la base de datos Scopus, el 40 % a Google Scholar y el 14 % a la Web of Science (WoS). Además, se encontró que la producción científica relacionada con los conceptos claves fue en aumento a partir de 2017, alcanzado el porcentaje más alto en 2019.

En cuanto a los resultados de la (MQ2), la mayor producción científica de los conceptos planteados para este trabajo se encuentra distribuida geográficamente en el Reino Unido, China y Estados Unidos. Por otra parte, los resultados de la (MQ3) muestran que los beneficios principales de utilizar LA en la práctica docente se centran en (a) el desarrollo del currículo y la evaluación, (b) la mediación pedagógica y (c) la aplicación de competencias digitales. En función de los resultados de la (MQ4), las áreas de aplicación de LA son: el currículo, la evaluación y la acción tutorial, destacando los beneficios, desafíos, modelos y procesos. Los resultados de la (MQ5) muestran que los tópicos del mapeo se centran en la práctica docente, el rendimiento de aprendizaje, las intervenciones docentes, los marcos de aplicación del LA a nivel institucional y el desarrollo de la educación superior. Por último, los resultados de la (MQ6) refieren que en la mayoría de las publicaciones predomina el idioma inglés.

Es importante destacar que, aunque se ha detectado el beneficio en la concreción curricular, la evaluación y la mediación pedagógica, es claro el beneficio del uso de LA para que el docente desarrolle la función tutorial; aunque esta función sí está reflejada en los resultados como una de las áreas de aplicación. Otro dato importante es que LA es funcional para que el profesor realice intervenciones oportunas para mejorar su práctica docente y además el rendimiento de los estudiantes.

Los resultados de la revisión sistemática de la literatura se presentan de acuerdo con las siguientes dimensiones: (1) propósitos del LA; (2) competencia docente y (3) práctica docente, que dan respuestas a las preguntas planteadas. En cuanto a la primera dimensión y (RQ1) los estudios analizados en profundidad demuestran que los propósitos por los que el LA se ha aplicado en la educación superior son:

- *Seguimiento y análisis:* conocer los contextos educativos para analizarlos y orientar oportunamente a los estudiantes a partir de los informes que se generan en los entornos virtuales de aprendizaje.

- *Predicción e intervención*: desarrollar modelos predictivos que permitan identificar a los estudiantes en riesgo académico y que a partir de alertas tempranas el profesor realice intervenciones oportunas.
- *Tutoría y mentoría*: orientar a los estudiantes en el desarrollo de sus aprendizajes y a partir de los informes que se generan el profesor puede promover acciones pedagógicas.
- *Evaluación y retroalimentación*: buscar alternativas para hacer más eficientes los procesos de evaluación e incorporar retroalimentaciones inmediatas, diferidas o globales en los entornos virtuales de aprendizaje para apoyar a los estudiantes.
- *Adaptación*: organizar los recursos y las actividades de aprendizaje para que los estudiantes puedan recibir instrucciones de acuerdo con las necesidades de aprendizaje.
- *Personalización y recomendación*: generar recomendaciones a los estudiantes sobre su desempeño educativo y a los profesores sobre las acciones tutoriales que puede incorporar en su práctica docente.
- *Reflexión*: analizar las acciones de los estudiantes, para comparar el rendimiento de aprendizaje a nivel del curso, clase o a nivel de la institución e identificar cómo se desarrolla la construcción de los aprendizajes para que el profesor pueda proponer nuevas alternativas del diseño de experiencias de aprendizaje.

Learning Analytics se ha aplicado principalmente con el propósito de evaluar y adaptar el diseño instruccional a los estudiantes, personalizar, hacer reflexiones, hacer predicciones para intervenir y dar seguimiento al estudiante; sin embargo, son esfuerzos independientes que no reflejan la intención de un método basado en LA. Todos estos intereses por los que se ha aplicado LA en las instituciones, representan la intención de profundizar en su aplicación porque se han identificado los beneficios en cada una de las áreas temáticas.

En función de la segunda dimensión y (RQ2), la producción científica analizada evidencia que las competencias tecnológicas docentes están en constante evolución y que para ello se requiere una actualización constante en diversas áreas. Para este estudio se consideró el Marco de competencias de los docentes en materia de TIC elaborado por la UNESCO y que presenta los siguientes aspectos: (a) Comprensión del papel de las TIC en las políticas educativas; (b) Currículo y evaluación; (c) Pedagogía; (d) Aplicación de competencias digitales; (e) Organización y administración; y, (f) Aprendizaje profesional de los docentes. Estos aspectos se contrastaron con la literatura recuperada relacionada con la aplicación de LA en la práctica docente y como resultado se evidencia que existe asociación con los siguientes aspectos: (1) currículo y evaluación: analizar las normas curriculares y determinar el posible uso pedagógico de las TIC para cumplir dichas normas; (2) Pedagogía: seleccionar adecuadamente las TIC en apoyo a metodologías específicas de enseñanza y aprendizaje y; (3) Aplicación de competencias digitales: conocer funciones de los componentes de equipos informáticas y los programas de productividad más comunes, y ser capaz de utilizarlos.

Es importante destacar que todas estas competencias digitales que debe poseer el docente, según el marco de referencia de la UNESCO, se relacionan con la facilidad que tendrá para aplicar también este tipo de competencia al uso oportuno de LA en entornos virtuales. Un profesor que no ha desarrollado competencias TIC, aunque tenga la

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

habilidad pedagógica para efectuar la mediación, realizará una intervención poco efectiva en entornos virtuales, porque no se fundamenta en los datos o alertas que sus estudiantes dejan en su paso por el entorno virtual.

Por último, la tercera dimensión y (RQ3) presenta que el LA se está aplicando en la práctica docente en las siguientes áreas:

- *Planificación y diseño del aprendizaje*: porque permite (a) establecer modelos de interacción para el seguimiento de los juegos serios que se establecen en los cursos; (b) utilizar métodos de evaluación no convencionales, como los juegos serios y acceder a los datos para comprobar si se han cumplido los objetivos de la docencia; (c) desarrollar estrategias didácticas centradas en el estudiante y proporcionar las herramientas necesarias que las instituciones pueden utilizar para la mejora continua; (d) utilizar sistemas de planificación y software en el análisis de datos para acelerar la toma de decisiones en el diseño de aprendizaje y favorecer el proceso de mejora continua en educación; (e) recuperar información sobre la trayectoria académica de los estudiantes; (f) recoger y analizar datos sobre los estudiantes y mejorar el diseño y la instrucción para que sean más significativos para los estudiantes y, (g) obtener información para mejorar los métodos de enseñanza y aprendizaje.
- *Gestión del aprendizaje*: pues implica (a) determinar los tiempos en el aprendizaje autorregulado a través del registro de las sesiones; (b) medir y analizar los datos dinámicos de los estudiantes para conocer sus procesos de aprendizaje; (c) mejorar la productividad y eficacia en el aprendizaje y la enseñanza; (d) desarrollar modelos predictivos del éxito de los estudiantes que utilicen diferentes fuentes de datos disponibles.
- *Tutoría y mediación pedagógica*: porque permite realizar (a) estudios analíticos de los perfiles de los estudiantes, para determinar las intervenciones educativas; (b) mejorar la calidad de las intervenciones educativas apoyando su diseño; (c) detectar a los alumnos en riesgo y la predicción de las necesidades de aprendizaje de cada estudiante; (d) identificar los problemas de los estudiantes y brindar asistencia personalizada y oportuna.

En esta dimensión es importante destacar que LA se ha aplicado en la práctica docente para mejorar la aplicación y el diseño de aprendizaje. Si antes de utilizar LA se propuso una ruta de aprendizaje, después de aplicar estrategias oportunas, se identificará la ruta que mejor beneficia al estudiante y no precisamente tiene que ser la ideal para el profesor, sino la que es útil para el estudiante. Por esta misma razón es que LA también se ha utilizado para gestionar oportunamente el aprendizaje en entornos virtuales y en la tutoría y la mediación pedagógica. Aunque como se indicó anteriormente, no se refleja la consecución de un modelo basado en LA para realizar la tutoría; sí se han utilizado los datos y sus interpretaciones para realizar intervenciones tutoriales y mediación oportuna.

3.2 Artículo 2 – Evaluación de la aceptación tecnológica en entornos virtuales de aprendizaje y nivel de interés en el uso de Learning Analytics

En el segundo artículo se continúa con la línea de investigación de la aplicación del LA en la práctica docente, destacando que los profesores utilizan los entornos virtuales de aprendizaje para desarrollar el hecho educativo y es aquí donde puede aplicarse LA como apoyo a la gestión del aprendizaje. El objetivo de este artículo era evaluar la aceptación tecnológica de los profesores-tutores en el uso de entornos virtuales de aprendizaje y su interés en la aplicación de Learning Analytics. Para llevar a cabo esta evaluación se diseñó un instrumento fundamentado en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) dividido en nueve dimensiones: (D1) Utilidad percibida de los entornos virtuales de aprendizaje en el desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje; (D2) Utilidad percibida de los entornos virtuales de aprendizaje en el desarrollo de las actividades de evaluación; (D3) Utilidad percibida de las herramientas de comunicación educativa en los entornos virtuales de aprendizaje; (D4) Facilidad de uso al desarrollar estrategias de enseñanza-aprendizaje en los entornos virtuales de aprendizaje; (D5) Facilidad de uso al desarrollar actividades de evaluación en los entornos virtuales de aprendizaje; (D6) Facilidad de uso de las herramientas de comunicación educativa en los entornos virtuales de aprendizaje; (D7) Actitud hacia el uso de los entornos virtuales de aprendizaje; (D8) Intención de uso de los entornos virtuales de aprendizaje e; (D9) Interés en el uso del LA en la práctica docente.

En el estudio participaron 345 profesores de diversas unidades académicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Este grupo estaba formado mayoritariamente por mujeres (61 %), el rango de edad estaba entre 24 y 59 años ($M = 41,10$; $SD = 8,61$). En cuanto al nivel educativo, el 100 % tenía al menos una licenciatura. En torno al tiempo de experiencia utilizando entornos virtuales de aprendizaje en su práctica docente, el 54 % tenía más de dos años de experiencia en su uso, y el 46 % tenía menos de un año. Respecto a la realización de cursos de formación sobre entornos virtuales de aprendizaje, el 81 % había recibido al menos un curso de estas características. Más de la mitad (66,1 %) no están familiarizados con el concepto de Learning Analytics.

El análisis se llevó a cabo a través del modelo de ecuaciones estructurales (SEM) que implicó inicialmente el análisis factorial confirmatorio (AFC) de cada una de las escalas del instrumento (utilidad, facilidad, actitud e intención) y para ello se utilizó el estimador WLSMV (Weighted Least Squares with Mean and Variance adjusted) y los índices de ajuste CFI (Comparative Fit Index), SRMR (Standardized Root Mean Square Residual) y RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation). Para el análisis de confiabilidad se consideró el análisis de consistencia con el coeficiente alfa y el coeficiente omega. En cuanto al análisis de interés de los profesores sobre LA, se realizó un ANOVA unidireccional para comparar las puntuaciones promedio de las variables contempladas respecto de los tres niveles de interés por el uso de LA.

Por tanto, en relación con la pregunta de investigación planteada, PI2: ¿Cuál es la aceptación tecnológica y el nivel de interés que tienen los profesores- tutores para utilizar LA en entornos virtuales de aprendizaje?, se plantearon las siguientes hipótesis: (H1) La actitud hacia el uso de los entornos virtuales de aprendizaje tiene una influencia directa y

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

positiva sobre la intención de uso de los entornos virtuales de aprendizaje; (H2) La utilidad percibida tiene una influencia directa y positiva sobre la actitud hacia el uso de entornos virtuales de aprendizaje; (H3) La facilidad de uso percibida tiene una influencia directa y positiva sobre la actitud hacia el uso de entornos virtuales de aprendizaje; (H4) La facilidad de uso percibida tiene una influencia directa y positiva sobre la utilidad percibida; (H5) Existen diferencias entre el interés por el uso del LA y la utilidad percibida de los entornos virtuales de aprendizaje; y, (H6) Existen diferencias entre el interés por el uso del LA y la facilidad percibida en el uso de los entornos virtuales de aprendizaje. Los resultados de este trabajo revelan que los profesores han mostrado una aceptación al uso de los entornos virtuales de aprendizaje propiciados por la universidad para gestionar su práctica docente. Considerando que los entornos virtuales de aprendizaje permiten desarrollar estrategias de enseñanza aprendizaje, actividades de evaluación y la comunicación educativa, la percepción de los profesores juega un papel importante para su uso, debido a que puede ser el primer eslabón de la exploración de nuevas tecnologías. Es decir, que cuando los profesores perciben como fácil y útil una herramienta o sistema, tienen una actitud e intención positiva para utilizar ese sistema y esto incide en que los profesores se apropien de estas herramientas y busquen actualizar sus conocimientos para mediar los aprendizajes en espacios que traen consigo beneficios para su función de tutoría virtual.

El modelo hipotético evaluado a través de SEM permitió evidenciar que existe una influencia directa y positiva de la actitud de uso hacia la intención de uso de los entornos virtuales de aprendizaje (H1) y esta actitud, es influenciada por la utilidad percibida de los profesores (H2). En consecuencia, cuando el profesor percibe que utilizar entornos virtuales de aprendizaje es fácil, esto influye de forma directa y positiva sobre la actitud (H3) y utilidad para su uso (H4).

Lo que afecta que un profesor no desee utilizar estos entornos virtuales de aprendizaje puede centrarse en factores relacionados con: (a) el poco desarrollo de competencias digitales para el manejo de estos espacios; (b) el desconocimiento de los beneficios de estos entornos virtuales de aprendizaje; (c) la imposición del uso de estos entornos por parte de las autoridades instituciones; (d) malas experiencias en el uso de estos entornos virtuales de aprendizaje; y, (e) acomodamiento a la labor educativa tradicional. Pero el elemento que puede transformar esa actitud es que el profesor conozca que estos entornos virtuales de aprendizaje fueron creados para facilitar la labor docente y que perciban confianza para desarrollar estrategias de enseñanza aprendizaje enfocadas en metodologías activas, la facilidad para navegar, configurar y seleccionar las actividades y recursos que necesita incorporar en su trabajo diario, por otro lado, la utilidad para desarrollar actividades de evaluación que permitan evidenciar el comportamiento de las preguntas, informar y retroalimentar los procesos formativos y finalmente la facilidad para comunicarse de forma sincrónica, asincrónica y multidireccional con la comunidad educativa.

En este contexto, se ha demostrado que la aceptación tecnológica de utilizar entornos virtuales de aprendizaje se desarrolla a partir de la influencia directa y positiva de la facilidad percibida hacia la utilidad, y esta utilidad influye en la actitud, y la actitud, por ende, en la intención de uso. Es decir, que no se puede asumir por el simple hecho de pensar que los sistemas de gestión del aprendizaje contribuyen al desarrollo del proceso educativo que deben incorporarse en toda institución, sino que cualquier implementación de innovación debe considerar la percepción de los usuarios y su interés.

En cuanto a los niveles de interés de los profesores por el uso de LA y su efecto sobre la utilidad y facilidad percibida al utilizar entornos virtuales de aprendizaje, se determinó que quienes presentan mayor interés por el uso de LA, valoran más la facilidad (H6) y la utilidad percibida en el uso de los entornos virtuales de aprendizaje (H5). Es decir, que, a mayor interés por el uso de LA, mayor aceptación del uso de los entornos virtuales de aprendizaje. Desde esta perspectiva, los participantes del estudio indicaron que están interesados en utilizar LA para conocer información del rendimiento actual de sus alumnos y tomar decisiones alineadas a: (a) el progreso de las competencias estudiantiles adquiridas; (b) la efectividad de las estrategias de evaluación; (c) la interacción de los estudiantes en los contenidos; (d) el tiempo de conexión de los estudiantes; (e) la preferencia de los materiales educativos; (f) el tiempo invertido en el desarrollo de las actividades de aprendizaje; (g) los momentos en los que deben enviarse retroalimentaciones; (h) los estilos de aprendizaje; (i) la efectividad de los aprendizajes después de utilizar herramientas tecnológicas; (j) la capacidad de comprensión y aplicación de los contenidos desarrollados; (k) la identificación de estudiantes en riesgo de abandono y fracaso académico; (l) el nivel de motivación estudiantil; (m) la evolución de la trayectoria académica; y, (n) la participación en los distintos tipos de foros empleados para el desarrollo de los aprendizajes.

En consecuencia, con estos resultados se visualizan tres áreas de interés: (1) profesores interesados en la motivación y el progreso de los estudiantes a través de los recursos de aprendizaje que utilizan; (2) los tutores se interesan por obtener datos para reconocer las habilidades de aprendizaje autónomo, y si el alumno carece de este indicador, es conveniente reconocer al alumno en riesgo y predecir el abandono e intervenir a tiempo y (3) les interesa obtener datos sobre la interacción en el entorno. Cuando se toma en cuenta esta última respuesta, se percibe que el tutor sí reconoce que el desempeño de aprendizaje del estudiante no se concibe únicamente con la participación en foros o entrega puntual de tareas, sino que todo su proceso depende de una motivación real que garantice un aprendizaje significativo.

En la secuencia de ideas presentadas anteriormente, es posible determinar que los tutores no solo están interesados en los datos o en las herramientas con las que pueden analizar estos datos, también están interesados en ser capacitados para desarrollar competencias digitales que les permitan especializarse en el uso y la aplicación de LA para mejorar su desempeño y, por ende, la calidad de la educación universitaria.

3.3 Artículo 3 - Modelo de aplicación de Learning Analytics en la tutoría virtual

En el tercer artículo se aborda el diseño de un modelo de aplicación de LA en la tutoría virtual. En consonancia con el artículo anterior que abordaba el interés de los profesores en la aplicación de LA y su aceptación en el uso de los entornos virtuales de aprendizaje, en este trabajo se diseñó un modelo de intervención aplicando LA en cursos e-learning. El objetivo de este artículo era explicar la relación que existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes. Para llevar a cabo este proceso, se diseñó un modelo de intervención fundamentado en cuatro dimensiones:

1. *Diseño y evaluación de experiencias de aprendizaje:* en esta dimensión el profesor desarrollaría a partir de los contenidos mínimos lo siguiente: (a) objetivos de

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- aprendizaje; (b) introducción a los módulos de aprendizaje; (c) rutas de aprendizaje; (d) lecciones formativas interactivas; (e) actividades de aprendizaje y evaluación; (f) objetos virtuales de aprendizaje; y (g) normativo de comunicación interna y externa.
2. *Recolección de datos*: seleccionar e implementar las fuentes de información en el entorno virtual de aprendizaje institucional (Moodle), tales como: (a) tableros de gráficos analíticos de actividades; (b) logs de la actividad del estudiante; (c) bloque dedicación del curso; (d) reportes de actividades en la plataforma; (e) métricas de la interacción de objetos virtuales de aprendizaje; (f) tablero de gráfico de foros; y, (g) métricas de las interacciones en el grupo de WhatsApp.
 3. *Procesamiento y análisis de datos*: revisar y analizar los siguientes informes proporcionados por las fuentes seleccionadas en la dimensión anterior: (a) informe de actividad del curso; (b) informe participación del curso; (c) informe finalización de la actividad; (d) informe de calificaciones; (e) informe de contenido accedido; (f) informe número de estudiantes activos; (g) informe de envío de actividades; (h) informe de envío de cuestionarios; (i) informe distribución de aciertos; (j) informe dedicación del curso; (k) informe objetos virtuales de aprendizaje —SCORM—; e (l) informe de interacciones de WhatsApp.
 4. *Intervención y seguimiento*: durante el desarrollo del curso el profesor, conforme iba analizando los informes, podría realizar diversas acciones tutoriales tales como: (a) enviar mensajes en el grupo de WhatsApp; (b) redactar correos informativos de recordatorio; (c) presentar orientaciones sincrónicas y asincrónicas; (d) motivar participación en los foros de dudas; (e) enviar correos y mensajes de seguimiento; (f) devoluciones y retroalimentaciones en tareas; (g) realizar adecuaciones de recursos educativos; (h) crear videos enriquecidos con preguntas para refuerzo; (i) compartir artículos de lectura adicionales a los contenidos; (j) participar en foros de apoyo técnico; (k) coordinar llamadas telefónicas; (l) redactar mensajes motivacionales individuales; (m) aplicar técnicas de juego para despertar el interés; y, (n) enviar correos con mensajes motivacionales.

Luego se capacitó a dos profesores de un programa e-learning de la especialización en tecnología educativa y entornos virtuales de aprendizaje para que implementaran el modelo en dos cursos: (1) gestión de entornos virtuales y (2) desarrollo de recursos educativos digitales. Se utilizó Moodle como sistema de gestión de aprendizaje para el desarrollo de los cursos y se procedió a instalar los complementos para generar estadísticas que permitirían reportar las interacciones de los 140 estudiantes (participantes en el estudio) en el entorno de aprendizaje virtual con el fin de dirigir el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia un modelo de intervenciones basado en LA y la tutoría virtual del profesor.

En relación con la pregunta de investigación planteada, PI3 ¿Qué relación existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes?, se plantearon las siguientes hipótesis: (H1) la tutoría explica los niveles de diseño de aprendizaje; (H2) la motivación explica los niveles del diseño de aprendizaje; (H3) la comunicación y la retroalimentación explican los niveles del diseño de aprendizaje; (H4) el diseño del aprendizaje explica el rendimiento del aprendizaje y; (H5) la relación entre la tutoría, la motivación y la comunicación con el desempeño en el aprendizaje está mediada por el diseño del aprendizaje (no existe una relación directa entre la tutoría, la motivación y la comunicación y el desempeño en el aprendizaje). Los resultados se

analizaron a través de un Path Analysis de un modelo hipotetizado que agrupó las acciones propuestas en la dimensión “intervención y seguimiento” a través de las variables: Mentoría (MN), Motivación (MT), Comunicación y Retroalimentación (CF), Diseño de Aprendizaje (LD) y Desempeño de Aprendizaje (LP). Los hallazgos de este estudio revelan que las intervenciones realizadas por el tutor virtual (docente) con apoyo de LA (H1) y las acciones motivacionales desarrolladas (H2) contribuyen a los niveles de diseño del aprendizaje. En consecuencia, este diseño de aprendizaje influye positivamente en el desempeño de aprendizaje de los estudiantes (H4). Es decir que las intervenciones del tutor virtual (docente) apoyadas en LA, contribuyen a inferir acciones para mediar contenidos, seleccionar estrategias pedagógicas, diseñar secuencias didácticas, seleccionar tipos de evaluaciones y herramientas tecnológicas convenientes para el diseño del aprendizaje. Por otro lado, las acciones motivacionales del tutor virtual para desarrollar su práctica docente contribuyen a deducir los niveles de diseño de aprendizaje que implican la concreción del hecho educativo. En consecuencia, cuando el tutor virtual realiza acciones para elegir qué, cuándo, dónde y cómo enseñar (diseño de aprendizaje), esto se refleja en el desempeño de aprendizaje de los estudiantes.

En cuanto a las intervenciones, se identifica que el docente que utiliza LA tiene una mejor comprensión del diseño de aprendizaje. Esto permite identificar y validar medidas relevantes de los procesos, resultados y actividades involucradas en el desempeño del aprendizaje. En otras palabras, los profesores que toman decisiones informadas a partir de los datos pueden mejorar las experiencias de aprendizaje e incidir de forma positiva en el desempeño del aprendizaje de los estudiantes. En cuanto a las estrategias de comunicación interna y externa que utilizan los profesores, estas también impactan el desempeño de aprendizaje el estudiante. Por lo tanto, los profesores universitarios que desarrollan su práctica docente en entornos virtuales de aprendizaje pueden hacer uso herramientas de LA que les permitan identificar métricas de (a) interacción alumno-alumno, (b) interacción alumno-profesor, (c) interacción alumno-contenido, e (d) interacción alumno-sistema para realizar acciones correctivas no solo del actuar de los estudiantes, sino también de la estructura de los contenidos, las actividades y las evaluaciones que permiten la concreción de los aprendizajes. Además, los entornos virtuales de aprendizaje, en su función de recopilar las huellas digitales que dejan los estudiantes, pueden servir de insumos para tomar decisiones a nivel institucional en la actualización de los planes de estudio, así como la valoración del desarrollo de las competencias propuestas y el análisis de la trayectoria académica de los estudiantes para identificar posibles mejoras en las propuestas formativas de la institución.

3.4 Resumen de la contribución de los artículos

Los resultados anteriores muestran que el impacto de los artículos repercute en que esta tesis:

Contribuye a un mayor conocimiento y comprensión sobre el uso de Learning Analytics en la función de tutoría que realiza el docente en la gestión del aprendizaje mediada por entornos virtuales de aprendizaje.

Las tres publicaciones con impacto JCR contribuyen a dar respuesta a preocupaciones planteadas por diversos autores en el ámbito del uso de LA y la tutoría en el contexto e-learning. Además, cada artículo se vinculó con el anterior. En primera instancia, buscó conocer el estado actual del uso del LA en la práctica docente universitaria, luego, evaluar

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

la aceptación del uso en entornos virtuales de aprendizaje por los profesores de educación universitaria y su nivel de interés en utilizar LA, para después crear un modelo de aplicación de LA en la función de tutoría virtual que desarrollan profesores en la gestión del aprendizaje. Por su parte, las siete publicaciones en congresos aportan información adicional para contestar a las preguntas de investigación.

La siguiente tabla muestra de qué forma se relaciona cada artículo con las preguntas de investigación planteadas y artículos de conferencias que han contribuido:

Tabla 4: Relación entre artículos y preguntas de investigación.

	Título del artículo	PI1: ¿Cuál es la producción científica sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente del periodo 2016 al 2020?	PI2: ¿Cuál es la aceptación tecnológica y el nivel de interés que tienen los profesores-tutores para utilizar LA en entornos virtuales de aprendizaje?	PI3: ¿Qué relación existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes?
1	Learning Analytics to Support Teaching Skills: A Systematic Literature Review.	Respondida	Aporta información parcial	
2	Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation.		Respondida	
3	Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis.	Aporta información adicional		Respondida
	Artículos de conferencias			
	An Experience Making Use of Learning Analytics Techniques in	Aporta información parcial		Aporta información adicional

Título del artículo	PI1: ¿Cuál es la producción científica sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente del periodo 2016 al 2020?	PI2: ¿Cuál es la aceptación tecnológica y el nivel de interés que tienen los profesores-tutores para utilizar LA en entornos virtuales de aprendizaje?	PI3: ¿Qué relación existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes?
Discussion Forums to Improve the Interaction in Learning Ecosystems.			
5 A learning analytics experience using interaction visualization dashboards to support virtual tutoring.	Aporta información parcial		Aporta información adicional
6 Exploración de la interoperabilidad de herramientas de aprendizaje en la nube. Una mirada hacia las analíticas de aprendizaje.		Aporta información parcial	
7 Herramientas para potencializar la tutoría virtual: una experiencia e-learning para el profesorado.			Aporta información parcial
8 El potencial de aplicar Analíticas de Aprendizaje en Guatemala, creación de una comunidad para desarrollar la investigación educativa en la era digital.	Aporta información adicional		

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Título del artículo	PI1: ¿Cuál es la producción científica sobre el uso de Learning Analytics en la práctica docente del periodo 2016 al 2020?	PI2: ¿Cuál es la aceptación tecnológica y el nivel de interés que tienen los profesores-tutores para utilizar LA en entornos virtuales de aprendizaje?	PI3: ¿Qué relación existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes?
9 A Methodology to Assign Educational Resources with Metadata Based on the Purpose of learning	Aporta información adicional	Aporta información adicional	Aporta información adicional
10 Application of Social Learning Analytics-SLA-in groups of WhatsApp, to strengthen the virtual tutoring in e-Learning programs of teacher training.		Aporta información adicional	Aporta información adicional

Capítulo 4

4. Conclusiones y trabajo futuro

En esta tesis se presentaron tres estudios sobre la aplicación del LA en la tutoría virtual, el primero enfocado en una revisión de la literatura, el segundo en evaluar el interés en el uso de LA y el tercero en explicar a través de un modelo de intervenciones el impacto de la acción tutorial utilizando LA en el desempeño de aprendizaje. Los resultados de estos trabajos contribuyen con el conocimiento de esta línea de investigación a nivel global, mostrando las posibilidades de utilizar LA en la práctica docente para (a) la planificación y el diseño de aprendizaje, (b) la gestión del aprendizaje, (c) la tutoría y la mediación pedagógica. Se considera que los futuros trabajos sobre LA y tutoría virtual podrían desarrollarse sobre la base de las conclusiones y en función de diseñar experiencias de aprendizaje, fundamentadas en los datos educativos, más significativas y provechosas para los estudiantes. A continuación, se presentan las principales conclusiones de estos trabajos y las perspectivas futuras de las líneas de trabajo que se han identificado.

4.1 Conclusiones

En el artículo 1, “Learning Analytics to Support Teaching Skills: A Systematic Literature Review”, se ha demostrado que los propósitos de utilizar LA se centran en el seguimiento y análisis, predicción e intervención, tutoría y mentoría, evaluación y retroalimentación, adaptación, personalización y recomendación, así como la reflexión. Es importante destacar que LA se ha utilizado con propósitos específicos para perfeccionar la práctica docente, es decir que no se debe utilizar solo como una estrategia de recolección de datos si estos no permiten que los datos se conviertan en sujetos activos y no en objetos vacíos. Por otro lado, existe asociación de los propósitos de LA con las competencias TIC docente de los aspectos: (a) currículo y evaluación, (2) pedagogía y (3) aplicación de competencias digitales. Es decir que los profesores requieren conocer los beneficios de las tecnologías y utilizarlas para poner en marcha la creación de experiencias de aprendizaje centradas en el estudiante que permitan vincular disciplinas emergentes con las analíticas de aprendizaje y apropiarse de las herramientas necesarias para su uso en la gestión de los aprendizajes. En este sentido el desarrollo de competencias tecnológicas se convierte en un elemento crucial en el uso de la tecnología en el aula y los datos generados en los entornos virtuales de aprendizaje para aplicar LA. En cuanto a la práctica docente que se considera como punto de convergencia entre las tecnologías, métodos, estrategias, modelos y herramientas digitales para el logro de conocimientos, la aplicación de LA en esta función docente trae consigo grandes beneficios que permiten desarrollar el hecho educativo a partir de orientaciones certeras del contexto educativo.

Tomando como punto de referencia la revisión sistemática de la literatura, que presenta datos originales que pueden sustentar futuros estudios sobre la implementación de LA, es posible identificar diversas oportunidades. Los propósitos de implementar LA en los planes institucionales es relevante, motivando a la optimización y aprovechamiento de los datos recopilados a través de las plataformas educativas. En cuanto a la competencia digital docente se vislumbra un escenario ambicioso y extenso, pues son las habilidades

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

docentes que potencian el uso de LA que, si bien no se puede considerar de manera única el conocimiento tecnológico, estos conocimientos ofrecen un amplio campo de intervención y desarrollo a la hora de implementar LA en la práctica docente. En este sentido, la práctica docente considerada como un campo de interés relevante a partir del creciente avance tecnológico aplicado a la educación, presenta una oportunidad de sistematización tecnológica que propone una opción para la estructuración del proceso educativo virtual.

En el artículo 2, “Evaluating technological acceptance of virtual learning environments (VLE) in an emergency remote situation” se evaluó la aceptación tecnológica de los profesores-tutores en el uso de entornos virtuales de aprendizaje y su interés en la aplicación de Learning Analytics.

La principal conclusión indica que los profesores han percibido que el uso de los entornos virtuales de aprendizaje en la práctica docente es de fácil acceso; al percibir su facilidad, lo consideran útil, es decir que lo consideran beneficioso para efectuar sus trabajos. El estudio también indica que el hecho de que el uso de los entornos virtuales de aprendizaje sea fácil y útil, favorece una actitud positiva que repercute en la intención de utilizar adecuadamente el entorno; esto significa que incluso al volver al aula de forma presencial, los profesores seguirán utilizando aquellos elementos que son fáciles y útiles, con una actitud favorable e intencionada, porque ya comprobaron sus beneficios.

Para comparar los niveles de interés de los profesores en el uso de Learning Analytics (LA) y su efecto sobre la utilidad percibida y la facilidad de uso de los entornos virtuales de aprendizaje, se aplicó un ANOVA de una vía, en este proceso se identificó que quienes muestran mayor interés en el uso de LA valoran más la facilidad y utilidad percibida en el uso de entornos virtuales de aprendizaje.

En este sentido se ha comprobado que la aceptación en cuanto al uso de entornos virtuales de aprendizaje está vinculada con la facilidad percibida hacia su utilidad, que determina la actitud y esa actitud que motiva la intención de uso. Entonces sí es posible implementar LA porque se hay un interés real de parte de los profesores, no solo por desarrollar competencias o habilidades, sino por mejorar su desempeño en relación con todas las funciones que realiza.

Es importante destacar que esta investigación muestra que en medio de una situación como la que el mundo ha experimentado causada por la pandemia, los profesores están dispuestos a adquirir nuevas competencias, a repensar su papel, a innovar y a aplicar la tecnología como medio para mejorar los procesos de enseñanza en la educación superior. Esta investigación es de relevancia para la universidad y para la construcción de nuevos conocimientos basados en el modelo de aceptación tecnológica —TAM— contribuyendo con potencial de LA para la tutoría virtual, así como para superar el reto de la educación virtual que traen consigo las nuevas transformaciones sociales.

En el artículo 3, “Application of Learning Analytics in Virtual Tutoring: Moving Toward a Model Based on Interventions and Learning Performance Analysis” se explica la relación que existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje de los estudiantes.

Dentro de las conclusiones principales, destaca la importancia de que los tutores virtuales manejen adecuadamente las herramientas para desarrollar los diferentes tipos de comunicación y retroalimentación en entornos virtuales de aprendizaje (sincrónica, asincrónica, unidireccional, bidireccional, multidireccional y comunicación masiva), porque de acuerdo con los resultados de este estudio, el diseño de aprendizaje desarrollado por el tutor virtual tiene un impacto directo en el rendimiento. Este diseño debe incluir materiales, planificación, instructivos de actividades, medios de comunicación y todo lo relativo a la concreción dinámica de todo el hecho educativo dentro del entorno.

En otras palabras, el trabajo del tutor virtual en la elección de qué, cuándo, dónde y cómo enseñar se ve reflejado en el rendimiento del aprendizaje. El diseño de aprendizaje implica una serie de decisiones del tutor, sobre (1) el contenido, su estructura y dosificación; (2) el momento de las experiencias de aprendizaje significativas; (3) las estrategias pedagógicas preinstructivas, coinstruccionales, posinstructivas, individuales o colaborativas; (4) las secuencias didácticas establecidas; (5) las evaluaciones; y (6) los usos de tecnologías para apoyar el aprendizaje.

Entonces es la maquetación de este diseño, lo que impactará en el logro y los resultados. Sin embargo, no será posible lograr un buen rendimiento si no se utilizan los datos Learning Analytics con una correcta interpretación. Los datos que representan las huellas de los estudiantes darán la pauta del formato de contenido, de los horarios de intervención, de la selección de estrategias y actividades oportunas según la motivación y los intereses de los estudiantes. Al no tener complementos o plugin que proporcionan estos datos, es posible que el modelo de intervención se base en contenidos o en la opinión del tutor y no en la necesidad de aprendizaje del estudiante.

Esta conclusión se extrae porque el modelo hipotetizado que se comprobó en el estudio se fundamentó en los propósitos que Learning Analytics establece para optimizar los datos en los entornos virtuales y mejorar la tutoría del docente.

Es importante reconocer que la aplicación del modelo basado en LA reflejó beneficios como (1) ahorro de tiempo en el seguimiento y la tutoría al poder visualizar informes que muestran las acciones de los participantes del curso; (2) toma de decisiones con respecto al diseño de aprendizaje, por ejemplo, si es efectivo o si se apega al perfil de egresado del plan de estudios; (3) mejora en el rendimiento de aprendizaje de los estudiantes a partir de intervenciones basadas en análisis de aprendizaje.

Es valioso resaltar la importancia del rol de los tutores virtuales en la realización de intervenciones pedagógicas gracias a la información recuperada de las herramientas de análisis de aprendizaje, porque es el uso de las herramientas de análisis de datos que permite a los estudiantes percibir de forma positiva el acompañamiento de los tutores y, en cierta medida, impacta el éxito de los estudiantes en su aprendizaje.

Finalmente, dentro de los aportes para la mejora del proceso de tutoría virtual en programas e-learning utilizando LA, esta tesis contribuyó de forma principal en la propuesta de un modelo de intervenciones apoyadas por LA que se probó con profesores y estudiantes. El modelo se propuso a partir de los componentes: (a) Diseño de aprendizaje; (b) Mentoría; (c) Motivación; y, (d) Comunicación y feedback, que son los componentes de la práctica docente que se utilizan para la concreción del hecho educativo en los entornos virtuales de aprendizaje. A partir de la aplicación del modelo se generaron recomendaciones para cada componente que se resumen en: (a) los profesores-tutores virtuales deben considerar la creación de experiencias de aprendizaje que permitan la

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

generación de interacciones de los estudiantes en los sistemas de gestión del aprendizaje y a partir de los datos recuperados con herramientas de LA, deben tomar decisiones para mejorar el diseño de aprendizaje, puesto que es un componente clave que influye en el rendimiento de los estudiantes; (b) Dar seguimiento a los estudiantes en función de los datos como horarios, nivel de participación, tipo de dedicación del curso, entre otros obtenidos de los entornos virtuales de aprendizaje. De esta manera se optimizará la mentoría y la motivación; (c) Es importante que el profesor-tutor complete el ciclo de formación mediante estrategias de comunicación sincrónica y asincrónica dentro y fuera del entorno de aprendizaje, puesto que este es otro de los elementos que inciden directamente en el rendimiento académico del estudiante. Por consiguiente, dentro de las aportaciones mencionadas, también se presenta una buena aproximación para mejorar el proceso de tutoría en entornos virtuales de aprendizaje.

4.2 Trabajo futuro

En consonancia, con la discusión de los resultados y las conclusiones expuestas en el apartado anterior, se propone la implementación de líneas futuras de investigación en el ámbito de Learning Analytics y tutoría virtual en:

4.2.1 Línea de investigación 1: Propuesta de un marco de competencias digitales para tutoría virtual basado en Learning Analytics

El trabajo realizado permite identificar una necesidad para fortalecer las competencias de los profesores en el manejo de técnicas, tipos de análisis y herramientas de LA que faciliten su práctica docente en entornos virtuales de aprendizaje. El hecho de proponer un marco de referencia para desarrollar la tutoría virtual en los entornos virtuales de aprendizaje permite que los planes formativos de profesionalización y actualización docente de las instituciones incorporen estrategias para desarrollar habilidades en los profesores en las diferentes áreas del uso de LA.

Como trabajo futuro existe la posibilidad de proponer un modelo de competencias digitales para tutoría virtual basado en LA. De esta forma, una institución podrá conocer con mayor eficacia los contextos digitales donde se desarrollan los procesos de aprendizaje y determinar niveles de desarrollo en las habilidades docentes enfocadas en el acompañamiento, tutorización y monitoreo de los estudiantes.

4.2.2 Línea de investigación 2: Desarrollo de un sistema de recomendaciones para mejorar el diseño de aprendizaje y la tutoría virtual

La pregunta de investigación PI3, estaba enfocada en explicar la relación que existe entre la aplicación de LA en la tutoría virtual y el desempeño de aprendizaje en los estudiantes. En este trabajo se ha detectado que los docentes que aplican oportunamente herramientas de LA en su tutoría virtual tienen una mejor comprensión del diseño de aprendizaje. Además, a partir de la evaluación del modelo hipotetizado se evidenció que la variable diseño de aprendizaje ejerce una influencia positiva directa en el rendimiento de aprendizaje de los estudiantes, al igual que la variable comunicación y retroalimentación.

Como trabajo futuro se plantea el desarrollo de un sistema basado en LA e inteligencia artificial, que presente recomendaciones enfocadas en proponer soluciones para mejorar el diseño de aprendizaje y la tutoría virtual, siendo que uno de los elementos que inciden de forma positiva en el desempeño de aprendizaje es el diseño de aprendizaje.

4.2.3 Línea de investigación 3: Propuesta formativa de especialización en Learning Analytics

En esta tesis doctoral la PI2 estaba enfocada en evaluar la aceptación tecnológica y el nivel de interés que tenían los profesores-tutores para utilizar LA en entornos virtuales de aprendizaje. A partir de los resultados de este estudio se detectó que, aunque los profesores tenían interés por utilizar herramientas de LA en su práctica docente, se evidenció desconocimiento en la aplicación de técnicas de análisis y usos de sistemas para ejercer su tutoría virtual basada en datos educativos. Por lo tanto, como continuidad a esta línea de investigación se sugiere un estudio que genere los ejes, la estructura de diseño curricular, el perfil de ingreso y de egreso, los contenidos y los estándares de la metodología a implementar en una propuesta formativa que especialice a los docentes de las universidades en cuanto al uso oportuno de LA para ejercer la función tutorial.

4.2.4 Línea de investigación 4: Evaluar la implementación del modelo de intervenciones basado en Learning Analytics en distintas niveles y disciplinas

Esta tesis permitió el diseño de implementación de un modelo de tutoría basado en LA, que integraba cuatro dimensiones: (1) diseño y evaluación de experiencias de aprendizaje (2) recolección de datos (3) procesamiento y análisis de datos (4) intervención y seguimiento. Este modelo se aplicó en dos cursos de especialización universitaria de tecnología educativa y entornos virtuales de aprendizaje. A partir de ello, se visualiza una oportunidad para dar continuidad a esta investigación, aplicando el mismo modelo en otros niveles de educación sistematizada o de alternancia, y a otras disciplinas. De esta manera, podría optimizarse la implementación del modelo, según la necesidad de cada objetivo.

Referencias bibliográficas

- Achury, L. E., Benites, J. R. R., & Corredor, L. R. (2021). Formación e-learning para la práctica judicial. Caso Colombia en fase de pandemia. *Saber, Ciencia y Libertad*, 16(2).
- Al-Gahtani, S. S. (2016). Empirical investigation of e-learning acceptance and assimilation: A structural equation model. *Applied Computing and Informatics*, 12(1), 27-50.
- Amo, D., & Santiago, R. (2017). *Learning Analytics: la narración del aprendizaje a través de los datos* (Vol. 2). Editorial UOC.
- Antón-Jornet, J., & López-Palomera, A. (2020). Claves para la tutoría virtual. *Revista Saberes Educativos*, (5), 37-45.
- Aparicio-Gómez, W. O., & Oscar-Yecid, A. G. (2020). *Competencias digitales en entornos virtuales* (No. 200142). Working Paper.
- Avello Martínez, R., & Duart, J. M. (2016). Nuevas tendencias de aprendizaje colaborativo en e-learning: Claves para su implementación efectiva. *Estudios pedagógicos* (Valdivia), 42(1), 271-282.
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In *Learning analytics* (pp. 61-75). Springer, New York, NY.
- Bakharia, A., Corrin, L., De Barba, P., Kennedy, G., Gašević, D., Mulder, R., ... & Lockyer, L. (2016, April). A conceptual framework linking learning design with learning analytics. In *Proceedings of the sixth international conference on learning analytics & knowledge* (pp. 329-338).
- Becker, S. A., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C. G., & Ananthanarayanan, V. (2017). NMC horizon report: 2017 higher education edition (pp. 1-60). The New Media Consortium.
- Boixadós i Anglès, M., Ollé Casimiro, E., & Gutiérrez Zuheros, M. (2017). Tutoría en la UOC: Diseño y elaboración del plan de tutoría del grado de psicología. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 15(1), 305-323.
- Cormack, A. N. (2016). A data protection framework for learning analytics. *Journal of learning analytics*, 3(1), 91-106.
- Dawson, S., & Siemens, G. (2014). Analytics to literacies: The development of a learning analytics framework for multiliteracies assessment. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(4), 284-305.
- Dawson, S., Joksimovic, S., Poquet, O., & Siemens, G. (2019, March). Increasing the impact of learning analytics. In *Proceedings of the 9th international conference on learning analytics & knowledge* (pp. 446-455).

- De White, E. G. (2010). *Mente, carácter y personalidad*. Asociación Casa Editora Sudamericana.
- Despujol Zabala, I., & Martínez Navarro, J. Á. (2021). *Machine Learning para la mejora de la experiencia con MOOC: el caso de l'Universitat Politècnica de València*.
- Dewey, J. (1916). *Democracy and education* by John Dewey. Project Gutenberg.
- Díaz Quinones, J. A., Iglesias León, M., & Valdes Gomez, M. L. (2020). Distance tutoring: tutor's actions in the Doctoral Training Strategy in the time of COVID 19. *Medisur*, 478-484.
- Díaz, I. A., Reche, M. P. C., & Rodríguez, J. M. R. (2019). Competencia digital de un tutor e-learning: un modelo emergente de buenas prácticas docentes en TIC. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 12(3), 49-68.
- Durkheim, E. (1975). *Educación y sociología*. Barcelona: Península
- Espinoza Freire, E. E., & Ricaldi Echevarría, M. L. (2018). El tutor en los entornos virtuales de aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(3), 201-210.
- Estévez, J. A., Castro-Martínez, J., & Granobles, H. R. (2015). La educación virtual en Colombia: exposición de modelos de deserción. *Apertura*, 7(1), 1-10.
- Eze, S. C., Chinedu-Eze, V. C., & Bello, A. O. (2018). The utilisation of e-learning facilities in the educational delivery system of Nigeria: a study of M-University. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1), 1-20.
- Fernández-Jiménez, M. Á. (2016). *Tutoría en e-learning. Funciones y roles del tutor en la formación online*.
- Freitas, E. L. S. X., de Oliveira, T. T., de Souza, F. D. F., & Garcia, V. C. (2019, July). Learning analytics: A brief overview about applications and its advantages. In 2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) (Vol. 2161, pp. 190-191). IEEE.
- Freixas Flores, M. D. R., & Ramas Arauz, F. E. (2015). Un modelo de tutoría para la educación a distancia El caso de la UNAM.
- García-Peñalvo, F. J., & Pardo, A. M. S. (2015). Una revisión actualizada del concepto de e-learning. *Décimo Aniversario. Education in the Knowledge Society*, 16(1), 119-144.
- Gašević, D., Dawson, S., & Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64-71.
- Gašević, D., Kovanovic, V., & Joksimovic, S. Piecing the learning analytics puzzle: a consolidated model of a field of research and practice. *Learn. Res. Pract.* 3 (1), 63–78 (2017).
- Gibson, A., Kitto, K., & Willis, J. (2014, March). A cognitive processing framework for learning analytics. In *Proceedings of the fourth international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 212-216).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González, E. V., & Valenzuela, D. L. F. H. (2017). Una experiencia educativa, la e-tutoría en educación virtual con la aplicación del desarrollo tecnológico. *Memorias del Encuentro Internacional de Educación a Distancia*, 5(5).
- González, K., Padilla, E., & Montoya, M. (2019). *E-research y Tecnologías Colaborativas en la Educación Superior*. USA: Editorial REDIPE.
- Graça, V., Quadros-Flores, P., & Ramos, A. (2021, March). BEING A TEACHER IN DISTANCE EDUCATION: THE PERCEPTION OF STUDENTS IN BASIC EDUCATION DEGREE. In *Proceedings of INTED2021 Conference (Vol. 8, p. 9th)*.
- Jiménez, M. Á. F., Rodríguez, E. M., & Hurtado, J. C. T. (2017). Funciones de la tutoría en e-learning: Estudio mixto de los roles del tutor online. *Revista de Investigación Educativa*, 35(2), 409-426.
- Kant, Immanuel (1991), *Pedagogía*, Madrid, España, Akal (Ak. IX: 437-499)
- Kitto, K., Lupton, M., Davis, K., & Waters, Z. (2016). Incorporating student-facing learning analytics into pedagogical practice. In *Show me the learning: Proceedings of ASCILITE 2016: 33rd International Conference on Innovation, Practice and Research in the Use of Educational Technologies in Tertiary Education (pp. 338-347)*. Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education-ASCILITE.
- Koh, E., Shibani, A., Tan, J. P. L., & Hong, H. (2016, April). A pedagogical framework for learning analytics in collaborative inquiry tasks: An example from a teamwork competency awareness program. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Learning Analytics & Knowledge (pp. 74-83)*.
- Koren, I., & Klamma, R. (2018). Enabling visual community learning analytics with Internet of Things devices. *Computers in Human Behavior*, 89, 385-394.
- Luzuriaga Jiménez, R. P. Rodríguez Morales, G. del R. (2016) *Aplicación de learning analytics para enriquecer el proceso de enseñanza en la educación superior*. Universidad Católica de Loja.
- Madheswari, S. P., & Mageswari, S. U. (2020). Changing paradigms of engineering education-An Indian perspective. *Procedia Computer Science*, 172, 215-224.
- Mah, D. K. (2016). Learning analytics and digital badges: Potential impact on student retention in higher education. *Technology, Knowledge and Learning*, 21(3), 285-305.
- Martin, F., & Ndoeye, A. (2016). Using learning analytics to assess student learning in online courses. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 13(3), 7.
- Martínez-González, J. S. (2021). Aprendizaje virtual: La era E-Learning. *Con-Ciencia Serrana Boletín Científico de la Escuela Preparatoria Ixtlahuaco*, 3(5), 40-42.
- Mesías Rodríguez, N. E., Martínez Flores, M. E., González Martínez, L. B., & Torres Reyes, J. A. (2018). Tutoría virtual: propuesta de integración al programa institucional de tutorías (PIT) y al programa académico de tutorías (PAT).

- Mor, Y., Ferguson, R., & Wasson, B. (2015). Learning design, teacher inquiry into student learning and learning analytics: A call for action.
- Nadgauda, A. V. (2019). Exploring Learning Analytics (Doctoral dissertation, University of Pennsylvania).
- New Media Consortium. (2013). Informe Horizon. Edición para la enseñanza universitaria 2012.
- Owen, H., & Whalley, R. (2017). A journey from within: the virtual mentoring CASE model. *Journal of Advances in Education Research*, 2(4), 253-264.
- Palma, E., Renteria, F., & Castro, J. (2021). Estrategia didáctica en el entorno virtual para la enseñanza de electrónica. *Revista Clake Education*, 2(01), 2-2.
- Pardo Iranzo, V. (2014). La docencia online: ventajas, inconvenientes y forma de organizarla. *Iuris Tantum Revista Boliviana de Derecho*, (18), 622-635.
- Pazmiño-Maji, R., Conde, M. Á., & García-Peñalvo, F. (2021). Learning analytics in Ecuador: a systematic review supported by statistical implicative analysis. *Universal Access in the Information Society*, 1-18.
- Pelletier, K., Brown, M., Brooks, D. C., McCormack, M., Reeves, J., Arbino, N., ... & Mondelli, V. (2021). 2021 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition.
- Peña-Ayala, A. (2017). Learning Analytics: fundamentals, applications, and trends. A view of the current state of the art to enhance e-learning.
- Persico, D., & Pozzi, F. (2015). Informing learning design with learning analytics to improve teacher inquiry. *British journal of educational technology*, 46(2), 230-248.
- Popoola, S. I., Atayero, A. A., Badejo, J. A., John, T. M., Odukoya, J. A., & Omole, D. O. (2018). Learning analytics for smart campus: data on academic performances of engineering undergraduates in Nigerian private university. *Data in brief*, 17, 76-94.
- Ravassa Escobar, G. (2015) Learning Analytics en Educación: Propuesta de un modelo explicativo del comportamiento y rendimiento académico. Universidad a Distancia de Madrid. Disponible en: <https://youtu.be/94Z0hgC3SNE>
- Reimann, P. (2016). Connecting learning analytics with learning research: The role of design-based research. *Learning: Research and Practice*, 2(2), 130-142.
- Rivera-Gómez, D. M., & Lau, J. M. C. J. (2014). Modelo de cinco pasos para la tutoría y el aprendizaje en línea de Salmon. *Los Modelos Tecno-Educativos*, 111.
- Rojas-Castro, P. (2017). Learning Analytics: una revisión de la literatura. *Educación y Educadores*, 20(1), 106-128.
- Ruipérez-Valiente, J. A. (2020). El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje. RIED. *Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 23(2), 85-101. <https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26283>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ruipérez-Valiente, J. A. (2020). El Proceso de Implementación de Analíticas de Aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 23(2), 85–101. <https://doi.org/10.5944/ried.23.2.26283>
- Sabulsky, G. (2019). Analíticas de Aprendizaje para mejorar el aprendizaje y la comunicación a través de entornos virtuales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 80(1), 13-30.
- Sanagustín, M. P., Hilliger, I., Maldonado, J., Pérez, R., Ramírez, L., Muñoz-Merino, P. J., ... & Whitelock-Wainright, A. (2019). LALA Framework. Technical Report. LALA project: Building Capacity to Use Learning Analytics to Improve Higher Education in Latin America. 138 pages. https://www.lalaproject.org/wp-content/uploads/2019/04/LALA_framework_English.pdf.
- Sentí, V. E., Rodríguez, J. P. F., Baquerizo, R. M. P., Santos, C. E. O., & Mendoza, M. L. (2015). La educación virtual. Diseño de cursos virtuales”.
- Serrano-Laguna, Á., Martínez-Ortiz, I., Haag, J., Regan, D., Johnson, A., & Fernández-Manjón, B. (2017). Applying standards to systematize learning analytics in serious games. *Computer Standards & Interfaces*, 50, 116-123.
- Shum, S. B. (2012). Learning analytics [policy brief]. Moscow, RU: united nations educational, Scientific and Cultural Organization.
- Siemens, G. (2013). Learning analytics: The emergence of a discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1380-1400.
- Siemens, G., & Gasevic, D. (2012). Guest editorial-learning and knowledge analytics. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(3), 1-2.
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5), 30.
- Siemens, G., Long, P., Gašević, D., & Conole, G. (2011). Call for Papers, 1st International Conference Learning Analytics & Knowledge (LAK 2011). Retrieved from <https://tekri.athabascau.ca/analytics/call-papers>
- Stewart, C. (2017). Learning Analytics: Shifting from theory to practice. *Journal on Empowering Teaching Excellence*, 1(1), 10.
- Tabuenca, B., Kalz, M., Drachsler, H., & Specht, M. (2015). Time will tell: The role of mobile learning analytics in self-regulated learning. *Computers & Education*, 89, 53-74.
- Tan, J. P. L., & Koh, E. (2017). Situating learning analytics pedagogically: Towards an ecological lens.
- Tapia Silva, H. (2021). Perfiles de conocimiento y uso de las TIC en profesores chilenos. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 20(42), 233-255.
- Tempelaar, D., Rienties, B., Mittelmeier, J., & Nguyen, Q. (2018). Student profiling in a dispositional learning analytics application using formative assessment. *Computers in Human Behavior*, 78, 408-420.

- Tsai, Y. S., Moreno-Marcos, P. M., Tammets, K., Kollom, K., & Gašević, D. (2018, March). SHEILA policy framework: informing institutional strategies and policy processes of learning analytics. In Proceedings of the 8th international conference on learning analytics and knowledge (pp. 320-329).
- UNESCO (2020). Education: From disruption to recovery. Disponible en: <https://bit.ly/3evM4sL>
- Wilson, A., Watson, C., Thompson, T. L., Drew, V., & Doyle, S. (2017). Learning analytics: Challenges and limitations. *Teaching in Higher Education*, 22(8), 991-1007.
- Wise, A. F., & Jung, Y. (2019). Teaching with analytics: Towards a situated model of instructional decision-making. *Journal of Learning Analytics*, 6(2), 53-69.
- Zapata-Ros, M. (2015). Analítica de aprendizaje y personalización. *Campus virtuales*, 2(2), 88-118.