

Análisis sobre las plataformas LMS considerando el *deep learning* y *random forest*

Analysis of LMS platforms considering the deep learning and random forest



Ricardo-Adán Salas-Rueda¹

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Hoy en día, los educadores se apoyan en la tecnología para ofrecer a los estudiantes nuevos ambientes de aprendizaje. El objetivo de este estudio mixto es analizar la percepción de los estudiantes sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19 por medio los algoritmos *deep learning* y *random forest*. Los resultados del algoritmo *deep learning* señalan que el uso de las plataformas LMS afecta positivamente el análisis y uso de la información escolar, la autonomía y el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje. Asimismo, el algoritmo *random forest* permitió la construcción de tres modelos sobre esta herramienta tecnológica considerando el perfil de los estudiantes. Las limitaciones de esta investigación cuantitativa y cualitativa son la muestra y las variables dependientes. Por consiguiente, las futuras investigaciones pueden analizar el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19 considerando el rol activo de los estudiantes, el desarrollo de habilidades y la asimilación del conocimiento en diversas escuelas, facultades e institutos. Las implicaciones de este estudio están relacionadas con el uso de las plataformas LMS para eliminar las barreras físicas, fomentar el aprendizaje personalizado y actualizar las actividades bajo la modalidad a distancia. En conclusión, los educadores deben de incluir las plataformas LMS en la planeación de los cursos con el propósito de facilitar el proceso de aprendizaje.

Abstract

Today, educators rely on technology to offer students new learning environments. The aim of this mixed study is to analyze the perception of the students about the use of the LMS platforms during the post-pandemic COVID-19 through the deep learning and random forest algorithms. The results of the deep learning algorithm indicate that the use of LMS platforms positively affects the analysis and use of the school information, autonomy and exchange of ideas during the learning process. Likewise, the random forest algorithm allowed the construction of three models on this technological tool considering the profile of the students. The limitations of this quantitative and qualitative research are the sample and dependent variables. Therefore, future research can analyze the use of the LMS platforms during the COVID-19 post-pandemic considering the active role of the students, development of skills and assimilation of the knowledge in various schools, colleges and institutes. The implications of this study are related to the use of LMS platforms to eliminate the physical barriers, promote the personalized learning and update the activities in the distance modality. In conclusion, educators should include the LMS platforms in the planning of the courses in order to facilitate the learning process.

Palabras clave / Keywords

Tecnología, Enseñanza, Tecnología de la información, Método de enseñanza, Educación, Aprendizaje, Tecnología educativa, Enseñanza multimedia.

Technology, Teaching, Information technology, Teaching methods, Education, Learning, Educational technology, Multimedia instruction.

¹ Autor de correspondencia: ricardo.salas@icat.unam.mx

1. Introducción

Durante el COVID-19, las universidades tuvieron que adaptar su modelo de enseñanza bajo la modalidad a distancia con el propósito de continuar el proceso de aprendizaje (Al-Breiki & Al-Abri, 2022; Pham & Nguyen, 2023; Rabayah & Amira, 2022; Zhang, 2022). Por consiguiente, las plataformas LMS adquirieron gran relevancia para realizar esta transformación (Darma-Kotama et al., 2019; Mohamed-Amin & Paiman, 2022; Saleh et al., 2022; Sulaymani et al., 2022; Zacharis & Nikolopoulou, 2022). De hecho, la educación remota promueve el aprendizaje personalizado a través del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) desde cualquier lugar (Al-Breiki & Al-Abri, 2022; Castañeda & Villar-Onrubia, 2023; Kassymova et al., 2023; Li & Meng, 2023; Sarker et al., 2023).

Debido al virus SARS-CoV-2, los avances tecnológicos como las plataformas LMS, las redes sociales, los sistemas de videoconferencia y los videos en Internet facilitaron la reestructuración del proceso educativo de forma remota (Alturise, 2020; Demir et al., 2022; Korotaeva & Kapustina, 2022; Leshchenko et al., 2023; Yalley, 2022). Por ejemplo, las plataformas LMS facilitaron la comprensión de los temas escolares y la comunicación entre los profesores y alumnos (Al-Breiki & Al-Abri, 2022; Alkabaa, 2022; Mpungose & Khoza, 2022; Prahani et al., 2022). Incluso, estas herramientas tecnológicas como Moodle y Google classroom permiten que los profesores administren los contenidos de los cursos de forma rápida y sencilla (Mohamed-Amin & Paiman, 2022; Rabayah & Amira, 2022; Sáiz-Manzanares et al., 2021).

Las plataformas LMS permiten la realización de exámenes en línea, la participación colaborativa por medio de los foros de discusión, la entrega de tareas, la autonomía de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje y la visualización de los contenidos de los cursos (Ortega-Ruipérez, 2022; Mpungose & Khoza, 2022; Su et al., 2021; Zacharis & Nikolopoulou, 2022). Por ejemplo, Moodle es una herramienta ideal para la educación STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) debido a que esta plataforma LMS mejora el rendimiento académico, incrementa la satisfacción y permite la realización de los exámenes en línea (Gamage et al., 2022).

Por consiguiente, las plataformas LMS son herramientas tecnológicas necesarias para la realización de la educación a distancia debido a que los estudiantes pueden comunicarse con los docentes, administrar las entregas de las actividades escolares y visualizar la información de los cursos en cualquier momento. El objetivo de este estudio mixto es analizar la percepción de los estudiantes sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19 por medio los algoritmos *deep learning* y *random forest*. Las preguntas de investigación son:

- ¿Cómo afecta el uso de las plataformas LMS para el análisis y uso de la información escolar, la autonomía y el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje considerando el algoritmo *deep learning*?
- ¿Cuáles son los modelos sobre el uso de las plataformas LMS considerando el algoritmo *random forest*?
- ¿Cuál es la percepción de los estudiantes sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19?

1.1. Plataformas LMS

Actualmente, los educadores emplean las plataformas LMS para lograr los objetivos de aprendizaje de los cursos presenciales y a distancia (Lamsyah et al., 2022; Mohamed-Amin & Paiman, 2022; Qin et al., 2022; Yalley, 2022). Por ejemplo, las plataformas LMS como Moodle y Canvas son utilizadas principalmente para realizar los debates escolares en los foros de discusión y descargar las lecturas, las presentaciones digitales y la información de los cursos (Alserhan & Yahaya, 2021; Binyamin et al., 2019; Mpungose & Khoza, 2022; Verawati et al., 2022; Zuev et al., 2021).

En la Universidad de Malasia, los estudiantes del curso Lengua Extranjera utilizaron Google classroom para eliminar las barreras de tiempo y espacio (Mohamed-Amin & Paiman, 2022). Durante el COVID-19, el uso de Blackboard en el curso Ingeniería facilitó el aprendizaje e incrementó la calidad educativa en la modalidad a distancia (Alkabaa, 2022).

Incluso, el uso de las plataformas LMS junto con las estrategias pedagógicas como el Aula invertida y Blended learning permiten mejorar la interacción durante el proceso educativo (Green & Chewing, 2020). En el curso Terapia ocupacional, la incorporación de Moodle y el Aula invertida propició la realización de actividades colaborativas y fomentó el rol activo (Sáiz-Manzanares et al., 2021).

El Aula invertida, Flipped classroom, se apoya en las plataformas LMS para fomentar la participación y la autonomía desde cualquier lugar (Lamsyah et al., 2022). Bajo esta estrategia educativa, los estudiantes de Enfermería utilizaron Google classroom para realizar los exámenes, revisar las presentaciones de PowerPoint y observar los contenidos audiovisuales (Lamsyah et al., 2022).

En el nivel educativo de Posgrado, el uso de la plataforma LMS llamada Teams y el sistema de videoconferencia Zoom facilitó la comprensión del Idioma inglés y la interacción entre el educador y los alumnos a través del debate de forma síncrona y asíncrona (Korotaeva & Kapustina, 2022). Incluso, Ortega-Ruipérez (2022) menciona que Moodle es una herramienta tecnológica ideal para realizar los exámenes en la modalidad a distancia. En la Universidad de Corea, el empleo de las plataformas LMS mejoraron los aspectos relacionados con la comunicación, el aprendizaje autónomo y el trabajo colaborativo (Tinmaz & Lee, 2020).

En el curso Lengua extranjera, las plataformas LMS desarrollaron las habilidades gramaticales sobre el Idioma Inglés e incrementaron el rendimiento académico (Akay & Koral-Gumusoglu, 2020). Por otro lado, Ozkan et al. (2020) utilizaron el algoritmo de redes neuronales artificiales con la finalidad de predecir el comportamiento de los estudiantes durante el uso de las plataformas LMS por medio del rendimiento académico, el promedio global del participante y la carrera.

En conclusión, la incorporación de las plataformas LMS como Google classroom, Blackboard, Moodle y Teams permitió la realización de las actividades escolares de forma virtual (Aitdaoud et al., 2023; Korotaeva & Kapustina, 2022; Lamsyah et al., 2022; Ortega-Ruipérez, 2022; Shurygin et al., 2021; Yamani et al., 2022). De hecho, estas herramientas tecnológicas mejoraron el aprendizaje de los cursos Enfermería (Lamsyah et al., 2022), Idioma Inglés (Korotaeva & Kapustina, 2022), Ingeniería (Alkabaa, 2022), Terapia Ocupacional (Sáiz-Manzanares et al., 2021) y Lengua Extranjera (Akay & Koral-Gumusoglu, 2020; Mohamed-Amin & Paiman, 2022).

1.2. Uso de la Ciencia de datos en el campo educativo

La Ciencia de datos está adquiriendo gran relevancia para analizar los fenómenos educativos y tecnológicos (Chadaga et al., 2021; Fauszt et al., 2023; Sun et al., 2023). En particular, los algoritmos del *machine learning* tienen un papel fundamental para descubrir, clasificar y evaluar los eventos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje (Chadaga et al., 2021; Koyuncu et al., 2022; Sun et al., 2023).

Con respecto al uso de las plataformas LMS en el proceso educativo, los algoritmos de regresión lineal, *random forest* y árbol de decisión fueron utilizados para predecir el rendimiento académico de los estudiantes (Koyuncu et al., 2022). Para establecer estos modelos predictivos se consideró el tiempo, el número de días y el número de contenidos utilizados en la plataforma LMS (Koyuncu et al., 2022).

El algoritmo *deep learning* es utilizado para personalizar los contenidos escolares por medio del estilo de aprendizaje y el comportamiento del usuario en la interfaz web (Sun et al., 2023). Asimismo, Salas-Rueda (2023) usó este algoritmo del *machine learning* para analizar la incorporación de Facebook y Google Classroom en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México. Incluso, la técnica árbol de decisión permitió identificar las condiciones predictivas sobre estas herramientas tecnológicas considerando la motivación y participación del alumnado (Salas-Rueda, 2023).

Por último, los algoritmos del *machine learning* como regresión lineal, *deep learning*, árbol de decisión y *random forest* son ideales para descubrir información en el campo educativo y comprender la relación existente entre las variables de estudio (Chadaga et al., 2021; Koyuncu et al., 2022; Salas-Rueda, 2023; Sun et al., 2023).

2. Metodología

Los objetivos particulares de este estudio mixto son (1) analizar la percepción de los estudiantes sobre el uso de las plataformas LMS para el análisis y uso de la información escolar, la autonomía y el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje por medio del algoritmo *deep learning*, (2) usar el algoritmo *random forest* para construir los modelos sobre las plataformas LMS y (3) analizar la opinión de los estudiantes sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19.

Este estudio utilizó una muestra no probabilística y se apoyó en los alcances descriptivo, causal y correlacional para analizar el uso de las plataformas LMS.

2.1 Participantes

En este estudio, los participantes son 86 estudiantes de la Facultad de Ciencias en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

2.2 Procedimiento

La Figura 1 muestra el modelo utilizado para analizar la variable independiente (plataformas LMS) y las variables dependientes (análisis y uso de información, intercambio de ideas y autonomía).

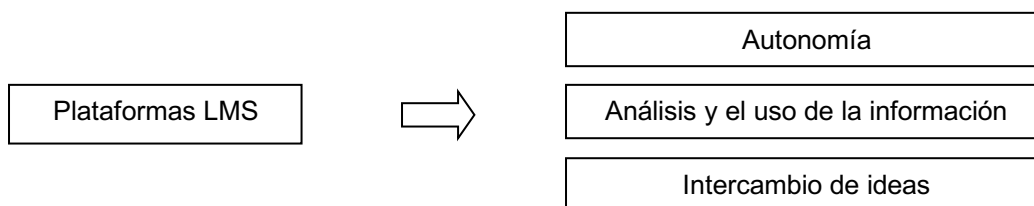


Figura 1. Modelo utilizado en este estudio.

Los educadores emplean las plataformas LMS en las actividades y prácticas escolares con la finalidad de construir espacios virtuales para el aprendizaje (Akay & Koral-Gumusoglu, 2020; Demir et al., 2022; Korotaeva & Kapustina, 2022; Mohamed-Amin & Paiman, 2022). En esta investigación, las hipótesis sobre las plataformas LMS son:

- Hipótesis 1 (H1): El uso de las plataformas LMS afecta positivamente la autonomía durante el proceso de aprendizaje
- Hipótesis 2 (H2): El uso de las plataformas LMS afecta positivamente el análisis y empleo de la información escolar durante el proceso de aprendizaje
- Hipótesis 3 (H3): El uso de las plataformas LMS afecta positivamente el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje

Por otro lado, el algoritmo *random forest* permitió la creación de los siguientes modelos sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19:

- Modelo predictivo 1 sobre la autonomía durante el proceso de aprendizaje, el perfil de los alumnos y las plataformas LMS
- Modelo predictivo 2 sobre el análisis y uso de la información escolar durante el proceso de aprendizaje, el perfil de los alumnos y las plataformas LMS
- Modelo predictivo 3 sobre el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje, el perfil de los alumnos y las plataformas LMS

2.3 Recolección de datos

En noviembre del 2022, se recuperó la información sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19 en la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México a través de un cuestionario (Ver Tabla 1).

Tabla 1
Cuestionario sobre el uso de las plataformas LMS

No.	Variable de estudio	Dimensión	Pregunta	Respuesta	n	%
1	Estudiantes	Edad	1. ¿Cuál es tu edad?	21 años	4	4.65%
				22 años	16	18.60%
				23 años	36	41.86%
				24 años	10	11.63%
				> 24 años	20	23.26%
2	Tecnología	Plataformas LMS	3. El uso de las plataformas LMS facilita la comprensión de los temas escolares	Mucho (1)	18	20.93%
				Bastante (2)	42	48.84%
		Autonomía	4. Las herramientas tecnológicas facilitan la autonomía durante el proceso de aprendizaje	Poco (3)	22	25.58%
				Muy poco (4)	4	4.65%
				Mucho (1)	44	51.16%
				Bastante (2)	34	39.53%
		Análisis y el uso de la información escolar	5. Las herramientas tecnológicas facilitan el análisis y uso de la información escolar durante el proceso de aprendizaje	Poco (3)	8	9.30%
				Muy poco (4)	0	0.00%
		Intercambio de ideas	6. Las herramientas tecnológicas facilitan el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje	Mucho (1)	42	48.84%
				Bastante (2)	38	44.19%
Poco (3)	4			4.65%		
Muy poco (4)	2			2.33%		
3	Percepción de estudiantes	Uso de las plataformas LMS	7. ¿Cuál es tu opinión sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19?	Mucho (1)	34	39.53%
				Bastante (2)	34	39.53%
				Poco (3)	14	16.28%
				Muy poco (4)	4	4.65%
				Abierta	-	-

La Tabla 2 muestra la validación de este instrumento de medición. El valor del Alfa de Cronbach debe ser superior a 0.700, los valores del Factor de carga deben ser superiores a 0.500 y el valor de Composite Reliability debe ser superior a 0.700 para validar el cuestionario sobre el uso de las plataformas LMS en el campo educativo.

Tabla 2
Validación del cuestionario

Variable	Dimensión	Alfa de Cronbach	Factor de carga	Average Variance Extracted	Composite Reliability
Tecnología	Plataformas LMS	0.767	0.555	0.608	0.858
	Autonomía		0.827		
	Análisis y uso de la información		0.851		
	Intercambio de ideas		0.848		

2.4 Análisis de datos

Para calcular los algoritmos *deep learning* y *random forest* se utilizó la herramienta RapidMiner (Ver Figura 2). En el algoritmo *deep learning*, la sección de entrenamiento con el 70% y 80% de la muestra permite evaluar las hipótesis sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19 por medio de la regresión lineal. Por otro lado, el algoritmo *random forest* empleó la edad y el sexo del participante para crear los modelos sobre el uso de esta herramienta tecnológica para el análisis y el uso de la información escolar, la autonomía y el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje. Asimismo, la aplicación llamada Nube-de-palabras permitió identificar la frecuencia de las palabras sobre el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19.

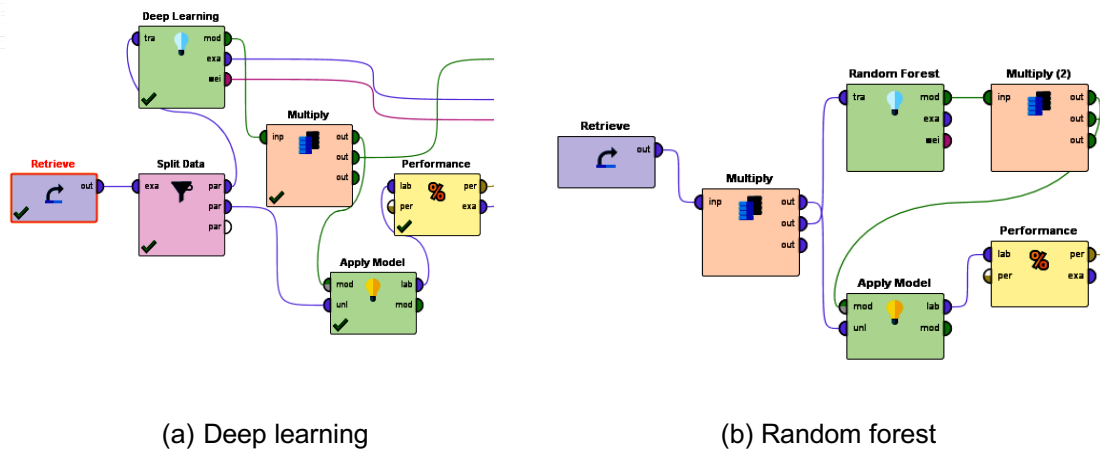


Figura 2. Herramienta RapidMiner.

3. Resultados

El uso de las plataformas LMS facilita mucho (n = 18, 20.93%), bastante (n = 42, 48.84%), poco (n = 22, 25.58%) y muy poco (n = 4, 4.65%) la comprensión de los temas escolares (Ver Tabla 1). Por otro lado, los resultados del algoritmo *deep learning* señalan que el uso de las plataformas LMS afecta positivamente el análisis y uso de la información escolar, la autonomía y el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje (Ver Tabla 3).

3.1 Autonomía de los estudiantes

Las herramientas tecnológicas facilitan mucho (n = 44, 51.16%), bastante (n = 34, 39.53%) y poco (n = 8, 9.30%) la autonomía durante el proceso de aprendizaje (Ver Tabla 1). Los resultados del algoritmo *deep learning* con el 70% (0.303847974) y 80% (0.253332946) de la muestra indican que la Hipótesis 1 es aceptada, por lo tanto, el uso de las plataformas LMS afecta positivamente la autonomía durante el proceso de aprendizaje (Ver Tabla 3).

Tabla 3
Algoritmo *deep learning*

Hipótesis	Entrenamiento	Capas ocultas	Activa ción	Regresión lineal	Conclusión	Valor de p
H1: LMS → autonomía	70%	50, 50	Tanh	$y = 0.303847974x + 0.917950317$	Aceptada. 0.303847974	0.0000
	80%			$y = 0.253332946x + 0.96984147$	Aceptada. 0.253332946	0.0000
H2: LMS → información escolar	70%	50, 50	Tanh	$y = 0.323068727x + 0.829371098$	Aceptada. 0.323068727	0.0000
	80%			$y = 0.288839321x + 0.864362102$	Aceptada. 0.288839321	0.0000
H3: LMS → intercambio de ideas	70%	50, 50	Tanh	$y = 0.304319032x + 1.180041461$	Aceptada. 0.304319032	0.0000
	80%			$y = 0.340082964x + 0.954119195$	Aceptada. 0.340082964	0.0000

La Figura 3 muestra el modelo sobre la autonomía durante el proceso de aprendizaje, el perfil de los alumnos y las plataformas LMS. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita mucho la comprensión de los temas escolares y es mujer entonces las herramientas tecnológicas facilitan mucho la autonomía durante el proceso de aprendizaje.

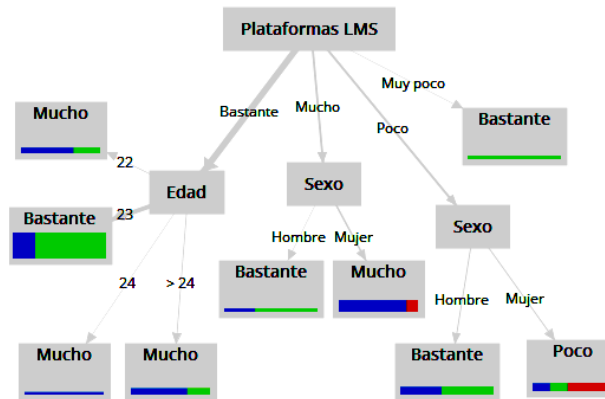


Figura 3. Modelo predictivo 1 sobre la autonomía y las plataformas LMS.

El algoritmo *random forest* establece 9 condiciones donde el sexo y la edad de los participantes determinan la relación entre el uso de las plataformas LMS y la autonomía. El sexo determina 4 condiciones. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita mucho la comprensión de los temas escolares y es hombre entonces las herramientas tecnológicas facilitan bastante la autonomía durante el proceso de aprendizaje.

Por otro lado, la edad determina 4 condiciones. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita bastante la comprensión de los temas escolares y tiene 23 años entonces las herramientas tecnológicas facilitan bastante la autonomía durante el proceso de aprendizaje.

3.2 Análisis y uso de la información escolar

Las herramientas tecnológicas facilitan mucho (n = 42, 48.84%), bastante (n = 38, 44.19%), poco (n = 4, 4.65%) y muy poco (n = 2, 2.33%) el análisis y uso de la información escolar durante el proceso de aprendizaje (Ver Tabla 1). Los resultados del algoritmo *deep learning* con el 70% (0.323068727) y 80% (0.288839321) de la muestra indican que la Hipótesis 2 es aceptada, por lo tanto, el uso de las plataformas LMS afecta positivamente el análisis y empleo de la información escolar durante el proceso de aprendizaje (Ver Tabla 3). La Figura 4 muestra el modelo sobre el análisis y uso de la información escolar durante el proceso de aprendizaje, el perfil de los alumnos y las plataformas LMS. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita bastante la comprensión de los temas escolares y es mujer entonces las herramientas tecnológicas facilitan bastante el análisis y empleo de la información escolar durante el proceso de aprendizaje.

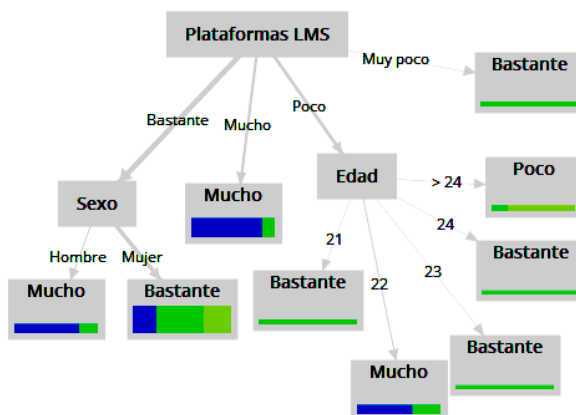


Figura 4. Modelo predictivo 2 sobre la información escolar y las plataformas LMS.

El algoritmo *random forest* establece 9 condiciones donde el sexo y la edad de los participantes determinan la relación entre el uso de las plataformas LMS y la información escolar. El sexo determina 2 condiciones. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita bastante la comprensión de los temas escolares y es hombre entonces las herramientas tecnológicas facilitan mucho el análisis y empleo de la información escolar durante el proceso de aprendizaje.

La edad determina 5 condiciones. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita poco la comprensión de los temas escolares y tiene una edad > 24 años entonces las herramientas tecnológicas facilitan poco el análisis y empleo de la información escolar durante el proceso de aprendizaje.

3.3 Intercambio de ideas

Las herramientas tecnológicas facilitan mucho ($n = 34, 39.53\%$), bastante ($n = 34, 39.53\%$), poco ($n = 14, 16.28\%$) y muy poco ($n = 4, 4.65\%$) el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje (Ver Tabla 1). Los resultados del algoritmo *deep learning* con el 70% (0.304319032) y 80% (0.340082964) de la muestra indican que la Hipótesis 3 es aceptada, por lo tanto, el uso de las plataformas LMS afecta positivamente el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje (Ver Tabla 3).

La Figura 5 muestra el modelo sobre el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje, el perfil de los alumnos y las plataformas LMS. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita bastante la comprensión de los temas escolares y tiene una edad de 23 años entonces las herramientas tecnológicas facilitan bastante el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje.

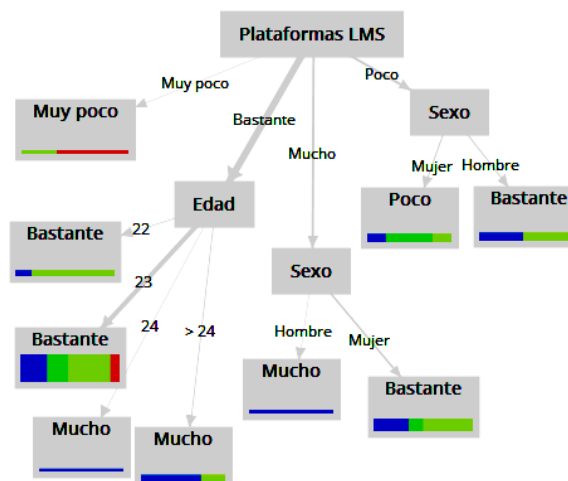


Figura 5. Modelo predictivo 3 sobre el intercambio de ideas y las plataformas LMS.

El algoritmo *random forest* establece 9 condiciones donde el sexo y la edad de los participantes determinan la relación entre el uso de las plataformas LMS y el intercambio de ideas. El sexo determina 4 condiciones. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita mucho la comprensión de los temas escolares y es hombre entonces las herramientas tecnológicas facilitan mucho el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje.

La edad determina 4 condiciones. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita bastante la comprensión de los temas escolares y tiene 22 años entonces las herramientas tecnológicas facilitan bastante el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje.

3.4 Percepción de los estudiantes

De acuerdo con los participantes, las plataformas LMS son utilizadas para administrar las actividades escolares como las tareas, los exámenes en línea y las presentaciones digitales de los cursos.

- “Ayudan mucho para organizar los contenidos de las materias, las tareas y las calificaciones” (Estudiante 2, 23 años, hombre).

4. Discusión

Como lo mencionan Mohamed-Amin y Paiman (2022), las plataformas LMS como Google classroom favorecen la educación en la modalidad virtual. Incluso, las plataformas LMS son utilizadas para administrar las actividades escolares como las tareas, los exámenes en línea y las presentaciones digitales de los cursos en la UNAM. De acuerdo con el 69.77% de los estudiantes de la Facultad de Ciencias, el uso de las plataformas LMS facilita mucho y bastante la comprensión de los temas escolares.

4.1 Autonomía de los estudiantes

Según Alkabaa (2022), las plataformas LMS favorecen la calidad educativa en la modalidad a distancia. Según los alumnos de la Facultad de Ciencias, las plataformas LMS son herramientas digitales indispensables para establecer la comunicación y conocer los temas de las asignaturas. De hecho, el 90.69% de los participantes consideran que las herramientas tecnológicas facilitan mucho y bastante la autonomía durante el proceso de aprendizaje. Asimismo, la correlación sobre las plataformas LMS y la autonomía es 0.335.

Diversos autores (p. ej. Chadaga et al., 2021; Fauszt et al., 2023; Sun et al., 2023) señalan que la Ciencia de datos con el apoyo de los algoritmos *machine learning* facilita el descubrimiento de información asociada al campo educativo. Los resultados del algoritmo *deep learning* indican que el uso de las plataformas LMS afecta positivamente la autonomía durante el proceso de aprendizaje. Por medio del algoritmo *random forest*, el Modelo predictivo 1 identifica 9 condiciones sobre el uso de las plataformas LMS considerando el sexo y la edad. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita mucho la comprensión de los temas escolares y es mujer entonces las herramientas tecnológicas facilitan mucho la autonomía durante el proceso de aprendizaje.

4.2 Análisis y uso de la información escolar

Korotaeva y Kapustina (2022) explican que las plataformas LMS facilitan la revisión de los recursos multimedia y las presentaciones digitales de los cursos en cualquier momento. Asimismo, las plataformas LMS es un medio tecnológico donde el profesor y los alumnos pueden intercambiar ideas, debatir los temas de los cursos y controlar las entregas escolares. En particular, el 93.03% de los estudiantes UNAM piensa que las herramientas tecnológicas facilitan mucho y bastante el análisis y uso de la información escolar durante el proceso de aprendizaje. Asimismo, la correlación sobre las plataformas LMS y la información escolar es 0.272.

De acuerdo con Sun et al. (2023), el algoritmo *deep learning* es utilizado en el campo educativo para conocer la relación entre las variables independiente y dependiente. Los resultados del algoritmo *deep learning* indican que el uso de las plataformas LMS afecta positivamente el análisis y empleo de la información escolar durante el proceso de aprendizaje. Por medio del algoritmo *random forest*, el Modelo predictivo 2 identifica 9 condiciones sobre el uso de las plataformas LMS considerando el sexo y la edad. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita bastante la comprensión de los temas escolares y es hombre entonces las herramientas tecnológicas facilitan mucho el análisis y empleo de la información escolar durante el proceso de aprendizaje.

4.3 Intercambio de ideas

Asimismo, Lamsyah et al. (2022) señalan que Google classroom es una herramienta tecnológica que favorece la comunicación y participación dentro y fuera del aula. En la Universidad Nacional Autónoma de México, los estudiantes consideran que las plataformas LMS son herramientas necesarias para realizar las actividades bajo la modalidad a distancia. En particular, el 79.06% de los estudiantes considera que las herramientas tecnológicas facilitan mucho y bastante el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje. Asimismo, la correlación sobre las plataformas LMS y el intercambio de ideas es 0.338.

Los algoritmos del *machine learning* como *deep learning* y *random forest* permiten analizar los fenómenos tecnológicos y educativos con gran exactitud (Chadaga et al., 2021; Koyuncu et al., 2022). Los resultados del algoritmo *deep learning* indican que el uso de las plataformas LMS afecta positivamente el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje. Por medio del algoritmo *random forest*, el Modelo predictivo 3 identifica 9 condiciones sobre el uso de las plataformas LMS considerando el sexo y la edad. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de las plataformas LMS facilita bastante la comprensión de los temas

escolares y tiene una edad de 23 años entonces las herramientas tecnológicas facilitan bastante el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje.

Actualmente, la Ciencia de datos y los algoritmos del *machine learning* permiten descubrir, clasificar y evaluar los eventos relacionados con el campo educativo (Chadaga et al., 2021; Koyuncu et al., 2022; Sun et al., 2023). Asimismo, el Internet está cambiando las estrategias de enseñanza y los medios de aprendizaje, es decir, el uso de las plataformas LMS en las instituciones educativas está incrementado debido a que estas herramientas tecnológicas permiten la administración eficiente de los contenidos de los cursos (Aldosemani et al., 2019; Altinpulluk & Kesim, 2021; Gamage et al., 2022).

5. Conclusión

Las plataformas LMS son herramientas tecnológicas necesarias para la realización de la educación a distancia debido a que los estudiantes pueden comunicarse con los docentes, administrar las entregas de las actividades escolares y visualizar la información de los cursos en cualquier momento. Los resultados del algoritmo *deep learning* señalan que el uso de las plataformas LMS afecta positivamente el análisis y uso de la información escolar, la autonomía y el intercambio de ideas durante el proceso de aprendizaje.

Las limitaciones de esta investigación son la muestra y las variables dependientes. Por consiguiente, las futuras investigaciones pueden analizar el uso de las plataformas LMS durante la postpandemia COVID-19 considerando el rol activo de los estudiantes, el desarrollo de habilidades y la asimilación del conocimiento en diversas escuelas, facultades e institutos de la Universidad Nacional Autónoma de México. Asimismo, los investigadores pueden apoyarse en la Ciencia de datos para conocer, analizar y evaluar los fenómenos educativos y tecnológicos a través de los algoritmos *deep learning* y *random forest*.

Las implicaciones de este estudio están relacionadas con el uso de las plataformas LMS para eliminar las barreras físicas, fomentar el aprendizaje personalizado y actualizar las actividades bajo la modalidad a distancia. Incluso, esta investigación recomienda la incorporación de estas herramientas tecnológicas en las actividades escolares para mejorar las condiciones de enseñanza. En conclusión, los educadores deben de incluir las plataformas LMS en la planeación de los cursos con el propósito de facilitar el proceso de aprendizaje.

Contribución de los autores

Ricardo-Adán Salas-Rueda: Conceptualización, Recopilación y gestión de datos (data curation), Análisis formal, Adquisición de financiación, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Recursos, Software, Supervisión, Validación, Visualización, Escritura del borrador original, Escritura (revisión y edición).

Agradecimientos

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME con clave PE400323.

Referencias

- Aitdaoud, M., Namir, A., & Talbi, M. (2023). A New Pre-Processing Approach Based on Clustering Users Traces According to their Learning Styles in Moodle LMS. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(7), 226-242. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i07.37635>
- Akay, E., & Koral-Gumusoglu, E. (2020). The impact of learning management systems on students' achievement in language exams. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21(4), 206-222. <https://doi.org/10.17718/tojde.803410>
- Al-Breiki, M., & Al-Abri, A. (2022). The Extended Technology Acceptance Model (ETAM): Examining Students' Acceptance of Online Learning During COVID-19 Pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(20), 4-19. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i20.29441>
- Aldosemani, T., Shepherd, C. E. & Bolliger, D. U. (2019). Perceptions of Instructors Teaching in Saudi Blended Learning Environments. *TechTrends*, 63, 341-352. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0342-1>
- Alkabaa, A. S. (2022). Effectiveness of using E-learning systems during COVID-19 in Saudi Arabia: Experiences and perceptions analysis of engineering students. *Education and Information Technologies*, 27, 10625-10645. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11054-z>
- Alserhan, S., & Yahaya, N. (2021). Teachers' Perspective on Personal Learning Environments via Learning Management Systems Platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(24), 57-73. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i24.27433>

- Altinpulluk, H. & Kesim, M. (2021). A systematic review of the tendencies in the use of learning management systems. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 22(3), 40-54. <https://doi.org/10.17718/tojde.961812>
- Alturise, F. (2020). Evaluation of Blackboard Learning Management System for Full Online Courses in Western Branch Colleges of Qassim University. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(15), 33-51. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.14199>
- Binyamin, S. S., Rutter, M., & Smith, S. (2019). Extending the Technology Acceptance Model to Understand Students' Use of Learning Management Systems in Saudi Higher Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3), 4-21. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.9732>
- Castañeda, L., & Villar-Onrubia, D. (2023). Beyond functionality: Building critical digital teaching competence among future primary education teachers. *Contemporary Educational Technology*, 15(1), ep397. <https://doi.org/10.30935/cedtech/12599>
- Chadaga, K., Prabhu, S., Vivekananda, B., Niranjana, S., & Umakanth, S. (2021) Battling COVID-19 using machine learning: A review. *Cogent Engineering*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.1958666>
- Darma-Kotama, I. N., Oka-Saputra, K., & Linawati, L. (2019). Proposed Model of Multiplayer Matching Game Plugins Using Websocket in Moodle. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(11), 194-201. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i11.10190>
- Demir, F., Bruce-Kotey, C. & Alenezi, F. (2022). User Experience Matters: Does One size Fit all? Evaluation of Learning Management Systems. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 49-67. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09518-1>
- Fauszt, T., Erdélyi, K., Dobák, D., Bognár, L., & Kovács, E. (2023). Design of a Machine Learning Model to Predict Student Attrition. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(17), 184-195. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i17.41449>
- Gamage, S. H., Ayres, J. R., & Behrend, M. B. (2022). A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning. *International Journal of STEM Education*, 9, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00323-x>
- Green, K. R., & Chewing, H. L. (2020). The Fault in our Systems: LMS as a Vehicle for Critical Pedagogy. *TechTrends*, 64, 423-431. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00480-w>
- Kassymova, G. M., Tulepova, S. B., & Bekturova, M. B. (2023). Perceptions of digital competence in learning and teaching English in the context of online education. *Contemporary Educational Technology*, 15(1), ep396. <https://doi.org/10.30935/cedtech/12598>
- Korotaeva, I., & Kapustina, D. (2022). Specific Features of the Use of Distance Learning Technologies in Foreign Language Classes with Postgraduate Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(20), 20-33. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i20.30305>
- Koyuncu, I., Kilic, A. F. & Orhan-Goksun, D. (2022). Classification of students' achievement via machine learning by using system logs in learning management system. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 23(3), 18-30. <https://doi.org/10.17718/tojde.1137114>
- Lamsyah, R., El Bouazzaoui, A., & Kanjaa, N. (2022). Impact of the Flipped Classroom on the Motivation of Undergraduate Students of the Higher Institute of Nursing Professions and Health Techniques of Fez-Morocco. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(22), 39-60. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i22.33365>
- Leshchenko, M., Lavrysh, Y., Halatsyn, K., Feshchuk, A., & Prykhodko, D. (2023). Technology-Enhanced Personalized Language Learning: Strategies and Challenges. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(13), 120-136. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i13.39905>
- Li, R., & Meng, Y. (2023). Factors Influencing the Quality of Online Teaching: Application of DEMATEL and Cluster Technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(13), 163-177. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i13.40393>
- Mohamed-Amin, M., & Paiman, N. (2022). University English Language Teachers' Use of Digital Platforms for Online Teaching. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(20), 134-148. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i20.31421>
- Mpungose, C. B., & Khoza, S. B. (2022). Postgraduate Students' Experiences on the Use of Moodle and Canvas Learning Management System. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 1-16. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09475-1>
- Ortega-Ruipérez, B. (2022). Use of Self-Assessment Questionnaires with Moodle Surveys to Improve Reading Comprehension and Study Habits in Preservice Teacher Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(20), 200-212. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i20.32715>
- Ozkan, U. B., Cigdem, H. & Erdogan, T. (2020). Artificial neural network approach to predict lms acceptance of vocational school students. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 21(3), 156-169. <https://doi.org/10.17718/tojde.762045>
- Pham, D. T., & Nguyen, T. H. H. (2023). University Students' Perceptions of Google Tools in Learning English Courses Online. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(13), 45-61. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i13.39857>
- Prahani, B. K., Alfin, J., Fuad, A. Z., Saphira, H. V., Hariyono, E., & Suprpto, N. (2022). Learning Management System (LMS) Research During 1991-2021: How Technology Affects Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(17), 28-49. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i17.30763>

- Qin, S., Orchakova, L., Liu, Z. Y., Smirnova, Y., & Tokareva, E. (2022). Using the Learning Management System Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment in Multilingual Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(3), 173-191. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i03.25851>
- Rabayah, K. S., & Amira, N. (2022). Learners' engagement assessment in e-learning during the COVID-19 pandemic: nation-wide exploration. *Education and Information Technologies*, 27, 10647-10663. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11006-7>
- Sáiz-Manzanares, M. C., Marticorena-Sánchez, R., Rodríguez-Díez, J. J., Rodríguez-Arribas, S., Díez-Pastor, J. F., & Ji, Y. P. (2021). Improve teaching with modalities and collaborative groups in an LMS: an analysis of monitoring using visualisation techniques. *Journal of Computing in Higher Education*, 33, 747-778. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09289-9>
- Salas-Rueda, R. A. (2023). Uso del deep learning para analizar Facebook y Google Classroom en el campo educativo. *Pixel-Bit. Revista De Medios y Educación*, 67, 87-122. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.96994>
- Saleh, A. M., Abuaddous, H. Y., Alansari, I. S., & Enaizan, O. (2022). The Evaluation of User Experience on Learning Management Systems Using UEQ. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(7), 145-162. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i07.29525>
- Sarker, M. F. H., Rahman, S. M., Khan, S., Sohel, M. S., Tamal, M. A., Khan, M. M. R., & Islam, M. K. (2023). Perception and Preference of the Students for Online Education during COVID-19 in Bangladesh: A Study Based on Binary Logistic Regression. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(13), 74-90. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i13.3880>
- Shurygin, V., Berestova, A., Litvinova, T., Kolpak, E., & Nureyeva, A. (2021). Universal Models and Platforms in E-Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(9), 63-75. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i09.19697>
- Su, C. Y., Li, Y. H., & Chen, C. H. (2021). Understanding the Behavioural Patterns of University Teachers Toward Using a Learning Management System. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(14), 129-145. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i14.22685>
- Sulaymani, O., Pratama, A. R., Alshaikh, M., & Alammary, A. (2022). The Effects of Previous Experience and Self Efficacy on the Acceptance of e-Learning Platforms Among Younger Students in Saudi Arabia. *Contemporary Educational Technology*, 14(2), ep349. <https://doi.org/10.30935/cedtech/11524>
- Sun, Y., Huang, W., Wang, Z., Xu, X., Wen, M., & Wu, P. (2023). Smart Teaching Systems: A Hybrid Framework of Reinforced Learning and Deep Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(20), 37-50. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i20.44217>
- Tinmaz, H. & Lee, J. H. (2020). An analysis of users' preferences on learning management systems: a case on German versus Spanish students. *Smart Learning Environments*, 7, 30. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00141-8>
- Verawati, N., Ernita, N., & Prayogi, S. (2022). Enhancing the Reasoning Performance of STEM Students in Modern Physics Courses Using Virtual Simulation in the LMS Platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(13), 267-277. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i13.31459>
- Yalley, A. A. (2022). Student readiness for e-learning co-production in developing countries higher education institutions. *Education and Information Technologies*, 27, 12421-12448. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11134-0>
- Yamani, H. A., Alharthi, A. D., & Smirani, L. K. (2022). Evaluation of Learning Management Systems: A Comparative Study Between Blackboard and Brightspace. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(7), 125-144. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i07.28881>
- Zacharis, G., & Nikolopoulou, K. (2022). Factors predicting University students' behavioral intention to use eLearning platforms in the post-pandemic normal: an UTAUT2 approach with 'Learning Value'. *Education and Information Technologies*, 27, 12065-12082. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11116-2>
- Zhang, Y. (2022). Exploring Students' Increased Use of Tablets After Taking Online Courses During the COVID-19 Lockdown. *Contemporary Educational Technology*, 14(4), ep380. <https://doi.org/10.30935/cedtech/12283>
- Zuev, V., Kakisheva, L., Denissova, N., Kumargazhanova, S., & Smailova, S. (2021). Development of a Set of Requirements for the Hardware and Software of LMS Services of the University. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(21), 210-218. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i21.25239>