

Uso de los algoritmos Machine Learning para analizar Moodle y los teléfonos inteligentes en el proceso educativo de la Física

Uso dos algoritmos Machine Learning para analisar o Moodle e os telefones inteligentes no processo educativo da Física

Use of Machine Learning algorithms to analyze Moodle and smartphones in the educational process of Physics

Ricardo-Adán Salas-Rueda ^{*1}, Jesús Ramírez-Ortega ^{†1},
Selene-Marisol Martínez-Ramírez ^{‡1} y Clara
Alvarado-Zamorano ^{§1}

¹ Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, Ciudad de México, México.

Resumen

El objetivo de este estudio mixto es analizar las percepciones de los alumnos sobre el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes en el proceso educativo de la Física a través de la Ciencia de Datos. Los algoritmos Machine Learning utilizados son regresión lineal, árbol de decisión y deep learning. En este estudio, la incorporación de Moodle facilitó la entrega de tareas, la consulta de los contenidos, la comunicación y la revisión de los recursos multimedia. Incluso, los teléfonos inteligentes permitieron el acceso a las plataformas virtuales de aprendizaje, el uso de las aplicaciones móviles y la comunicación desde cualquier lugar. Los resultados de los algoritmos regresión lineal y deep learning indican que el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes influye positivamente la motivación de los alumnos, la asimilación del conocimiento y la satisfacción en el curso Física. Por otro lado, el algoritmo árbol de decisión determina 6 modelos predictivos. Las limitaciones son las técnicas de Machine Learning utilizadas y el análisis de las herramientas tecnológicas para la asimilación del conocimiento, la motivación y la satisfacción. Los futuros estudios pueden analizar el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes para el rol activo y el desarrollo de las habilidades en diversas preparatorias y universidades. Asimismo, los algoritmos Machine Learning sobre los bosques aleatorios y la regresión logística pueden ser empleados para analizar el impacto de estas herramientas tecnológicas considerando el rendimiento académico. Por último, la incorporación de Moodle y los teléfonos inteligentes permite actualizar los cursos y diseñar creativas actividades a distancia.

Palabras clave: Moodle. Teléfonos inteligentes. Aprendizaje máquina. Aprendizaje profundo. Educación.

Resumo

O objetivo deste estudo misto é analisar as percepções dos alunos sobre o uso do Moodle e smartphones no processo educacional de Física por meio da Ciência de Dados. Os algoritmos de Machine Learning utilizados são regressão linear, árvore de decisão e deep learning. Neste estudo, a incorporação do Moodle facilitou a entrega de tarefas, a consulta dos conteúdos, a comunicação e a revisão dos recursos multimídia. Os smartphones permitiram ainda o acesso a plataformas virtuais de aprendizagem, a utilização de aplicações móveis e a comunicação a partir de qualquer lugar. Os resultados dos algoritmos de regressão linear e deep learning indicam que o uso do Moodle e smartphones influencia positivamente a motivação dos alunos, a assimilação do conhecimento e a satisfação no curso de Física. Por outro lado, o algoritmo da árvore de decisão determina 6 modelos preditivos. As limitações são as técnicas de Machine Learning utilizadas e a análise de ferramentas tecnológicas para a assimilação do conhecimento, motivação e satisfação. Estudos futuros podem analisar o uso do Moodle e smartphones para papel ativo e desenvolvimento de habilidades em várias escolas de ensino médio e universidades. Da mesma forma, algoritmos de Machine Learning sobre florestas aleatórias e regressão logística podem ser usados para analisar o impacto dessas ferramentas tecnológicas no desempenho acadêmico. Por último, a incorporação do Moodle e dos smartphones permite a atualização dos cursos e o desenho de atividades criativas à distância.

*Email: ricardo.salas@icat.unam.mx

†Email: jesus.ramirez@icat.unam.mx

‡Email: selene.martinez@icat.unam.mx

§Email: clara.alvarado@icat.unam.mx

 **Textolivre**
Linguagem e Tecnologia

DOI:
10.1590/1983-3652.41293

Sección:
Artículos

Autor correspondiente:
Ricardo-Adán Salas-Rueda

Editor de sección:
Hugo Heredia Ponce
Editor de maquetación:
Thaís Coutinho

Recibido el:
24 de septiembre de 2022
Aceptado el:
21 de noviembre de 2022
Publicado el:
18 de enero de 2023

Esta obra está bajo una
licencia «CC BY 4.0».



Abstract

The aim of this mixed study is to analyze the students' perceptions on the use of Moodle and smartphones in the educational process about Physics through Data Science. The algorithms of Machine Learning used are linear regression, decision tree and deep learning. In this research, the incorporation of Moodle facilitated the delivery of tasks, consultation of contents, communication and review of multimedia resources. Likewise, smartphones allowed the access to virtual learning platforms, use of mobile applications and communication from anywhere. The results of the linear regression and deep learning algorithms establish that the use of Moodle and smartphones positively influence the motivation of the students, assimilation of knowledge and satisfaction in the Physics course. On the other hand, the decision tree algorithm determines 6 predictive models. The limitations are the Machine Learning techniques used and the analysis of technological tools for the assimilation of knowledge, motivation and satisfaction. Future studies may look at the use of Moodle and smartphones for active role and skill development in various high schools and universities. Likewise, Machine Learning algorithms on random forests and logistic regression can be used to analyze the impact of these technological tools considering academic performance. Finally, the incorporation of Moodle and smartphones allows updating the courses and designing creative distance activities.

Keywords: Moodle. Smartphones. Machine learning. Deep learning. Education.

1 Introducción

Las instituciones educativas enfrentan el reto de cambiar las actividades de los cursos a través de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y los modelos pedagógicos (GORMAZ-LOBOS; GALARCE-MIRANDA y KERSTEN, 2021; HEETHAL JAIPRAKASH, 2022; KOYUNCU; KILIC y GOKSUN, 2022). Los sistemas de gestión de aprendizaje, las herramientas en la nube Google, los sistemas de videoconferencia, los dispositivos móviles y las herramientas Web 2.0 permitieron la enseñanza y el aprendizaje durante el periodo del COVID-19 (KARAHISAR y UNLUER, 2022; KOYUNCU; KILIC y GOKSUN, 2022).

Las ventajas relacionadas con la implementación de la educación a distancia son el aprendizaje personalizado, la reducción de costos, la autonomía, el acceso a los cursos y la revisión de los recursos multimedia desde cualquier lugar (FARSI et al., 2022; KARAHISAR y UNLUER, 2022). De hecho, los docentes se apoyan en los sistemas de gestión de aprendizaje y los dispositivos móviles para facilitar el rol activo de los estudiantes durante el proceso educativo (FARSI et al., 2022; GALARCE-MIRANDA; GORMAZ-LOBOS y HORTSCH, 2022; VERAWATI; ERNITA y PRAYOGI, 2022).

Los sistemas de gestión de aprendizaje como Moodle, Blackboard y Google Classroom permiten que los alumnos realicen los exámenes en línea, consulten los contenidos, participen en los foros de discusión y entreguen las tareas (FARSI et al., 2022; GALARCE-MIRANDA; GORMAZ-LOBOS y HORTSCH, 2022). Por otro lado, los dispositivos móviles como los teléfonos inteligentes, las computadoras portátiles y las tabletas facilitan el acceso a los sistemas de gestión de aprendizaje, el empleo de las herramientas tecnológicas, la búsqueda de información en Internet y la comunicación (FARSI et al., 2022; RYSBAYEVA et al., 2022; VERAWATI; ERNITA y PRAYOGI, 2022).

La Ciencia de Datos tiene un papel fundamental durante el análisis sobre el comportamiento de los fenómenos educativos (CHADAGA et al., 2021; KHAKPOUR y COLOMO-PALACIOS, 2021; SALAS-RUEDA, R.-A., 2021). En particular, los algoritmos Machine Learning como la regresión lineal y árbol de decisión permiten identificar información nueva para la toma de decisiones en el campo educativo (ALENEZI y FAISAL, 2020; KHAKPOUR y COLOMO-PALACIOS, 2021).

Por ejemplo, la técnica regresión lineal determinó el impacto sobre la consulta de videos y el uso de Google Drive en el curso Matemáticas Financieras (SALAS-RUEDA, R.-A., 2021). Del mismo modo, la técnica árbol de decisión permitió identificar las condiciones que influyen el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre la informática antes, durante y después de las sesiones presenciales a través del uso del software MYSQL y la revisión de los videos YouTube (SALAS-RUEDA, R. A., 2020).

Durante el COVID-19, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en los niveles medio y superior modificó la forma de impartir sus cursos, es decir, las herramientas tecnológicas adquirieron

un papel indispensable para realizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma virtual. Por consiguiente, el educador de la asignatura Física en la Escuela Nacional Preparatoria no. 6 decidió incorporar Moodle y los teléfonos inteligentes en las actividades durante el ciclo escolar 2021.

En este estudio, la incorporación de Moodle facilitó la entrega de tareas, la consulta de los contenidos, la revisión de los recursos multimedia y la comunicación. Incluso, los teléfonos inteligentes permitieron el acceso a las plataformas virtuales de aprendizaje, el uso de las aplicaciones móviles y la comunicación desde cualquier lugar.

El objetivo de este estudio mixto es analizar las percepciones de los alumnos sobre el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes en el proceso educativo de la Física a través de la Ciencia de Datos. Los algoritmos Machine Learning utilizados son regresión lineal, árbol de decisión y deep learning. A continuación, se presentan las preguntas de investigación:

- ¿Cuál es la percepción de los participantes sobre el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes para la motivación, la asimilación del conocimiento y la satisfacción en el curso Física considerando los algoritmos regresión lineal y deep learning?
- ¿Cuáles son las condiciones predictivas sobre el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes considerando el algoritmo árbol de decisión?
- ¿Cuál es la percepción de los alumnos sobre el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes en el campo educativo de la Física?

2 Revisión de Literatura

2.1 Ciencia de Datos

Hoy en día, la Ciencia de Datos permite encontrar nuevos patrones para clasificar y evaluar la información (CHADAGA et al., 2021; KHANAL et al., 2020). De hecho, el uso de los algoritmos Aprendizaje Automático o Machine Learning ayuda a tomar una mejor decisión a través de la predicción de los fenómenos (CHADAGA et al., 2021; KHANAL et al., 2020; KOYUNCU; KILIC y GOKSUN, 2022).

En el Machine Learning, los algoritmos supervisados como la regresión lineal, el árbol de decisión, los bosques aleatorios, las redes neuronales artificiales, las máquinas de vectores de soporte y la regresión logística facilitan el descubrimiento de nuevos datos (CHADAGA et al., 2021).

El algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal ayuda a evaluar las hipótesis a través de la división de la muestra (ALENEZI y FAISAL, 2020; CHADAGA et al., 2021; KHAKPOUR y COLOMO-PALACIOS, 2021). La sección entrenamiento determina las funciones y la sección evaluación identifica la exactitud de éstas (KHAKPOUR y COLOMO-PALACIOS, 2021). Por ejemplo, el uso del algoritmo regresión lineal facilitó el análisis sobre la incorporación de los juegos digitales, el rendimiento académico, el desarrollo de habilidades, la motivación y el aprendizaje personalizado (KHAKPOUR y COLOMO-PALACIOS, 2021).

Del mismo modo, los algoritmos Machine Learning (regresión lineal y árbol de decisión) facilitaron la predicción del rendimiento académico a través de los sistemas de gestión de aprendizaje (KOYUNCU; KILIC y GOKSUN, 2022). De hecho, el algoritmo árbol de decisión permite encontrar las relaciones y condiciones entre los fenómenos de estudio con el propósito de predecir los eventos (ALENEZI y FAISAL, 2020; CHADAGA et al., 2021; SKRBINJEK y DERMOL, 2019).

En el campo educativo, el algoritmo árbol de decisión determinó las condiciones y los modelos predictivos sobre la ejecución de las actividades a distancia y el rendimiento académico (SKRBINJEK y DERMOL, 2019). Por otro lado, el algoritmo deep learning permite identificar los modelos predictivos más eficientes para el análisis y la predicción de los fenómenos educativos (DOLECK et al., 2020).

Por último, la Ciencia de Datos con el apoyo de los algoritmos Machine Learning facilitan el modelado de los fenómenos a través de la evaluación y clasificación de los eventos (ALENEZI y FAISAL, 2020; CHADAGA et al., 2021; KHANAL et al., 2020).

2.2 Uso de herramientas tecnológicas durante el COVID-19

Debido al virus SARS-CoV-2, los educadores necesitaron actualizar las actividades escolares para realizar la educación a distancia (FARSI et al., 2022; STEVANUS; GITA y DEBOR, 2022). En Irán, los

estudiantes de Enfermería utilizaron el sistema de videoconferencia SkyRoom, el sistema de gestión de aprendizaje llamado NAVID, los videos YouTube, las presentaciones digitales y los dispositivos móviles para facilitar la comprensión de los temas clínicos durante el COVID-19 (FARSI et al., 2022).

En la República Democrática del Congo, los dispositivos móviles, Zoom y los sistemas de gestión de aprendizaje como Moodle y Blackboard facilitaron la realización del proceso educativo en las universidades y preparatorias bajo la modalidad Blended Learning (KIKETA et al., 2022). Del mismo modo, los alumnos de las universidades en Kazakhstan incrementaron su motivación y comprendieron los temas de los cursos desde cualquier lugar a través de las aplicaciones móviles (RYSBAYEVA et al., 2022).

En la Universidad de Mataram, los sistemas de gestión de aprendizaje y los dispositivos móviles facilitaron el proceso de aprendizaje virtual (VERAWATI; ERNITA y PRAYOGI, 2022). Según los estudiantes del curso Ingeniería, los teléfonos inteligentes son una herramienta tecnológica ideal para la asimilación del conocimiento en cualquier momento y la resolución de los problemas a través de las aplicaciones móviles (OMIRZAK et al., 2021).

Por último, las herramientas tecnológicas permitieron enfrentar los retos originados por el virus SARS-CoV-2 debido a que éstas facilitaron la revisión de la información, la consulta de los recursos multimedia, la realización de actividades y el establecimiento efectivo de la comunicación (GALARCE-MIRANDA; GORMAZ-LOBOS y HORTSCH, 2022; GORMAZ-LOBOS; GALARCE-MIRANDA y KERSTEN, 2021; STEVANUS; GITA y DEBOR, 2022).

3 Metodología

Los objetivos particulares de este estudio son: 1. Analizar el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes para la motivación de los participantes, la asimilación del conocimiento y la satisfacción en el curso Física por medio de los algoritmos regresión lineal y deep learning, 2. Establecer las condiciones predictivas (modelos) sobre Moodle, las características de los estudiantes y los teléfonos inteligentes a través del algoritmo árbol de decisión y 3. Analizar las percepciones de las alumnas y los alumnos sobre el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes.

3.1 Participantes

Este estudio mixto se llevó a cabo con 105 alumnos, 37 mujeres y 68 hombres, de la Escuela Nacional Preparatoria no. 6, de la UNAM, que cursaron en el año 2021 la asignatura Física. La edad promedio de los participantes es 16.96 años.

3.2 Procedimiento

El virus SARS-CoV-2 provocó que los educadores cambiaran sus estrategias y métodos de enseñanza. Por consiguiente, las herramientas tecnológicas adquirieron un papel fundamental para la planeación y ejecución de las actividades a distancia. El docente de la asignatura Física decidió incorporar Moodle y los teléfonos inteligentes para mejorar la enseñanza y el aprendizaje. La Figura 1 presenta el modelo utilizado en este estudio para analizar estas herramientas tecnológicas.

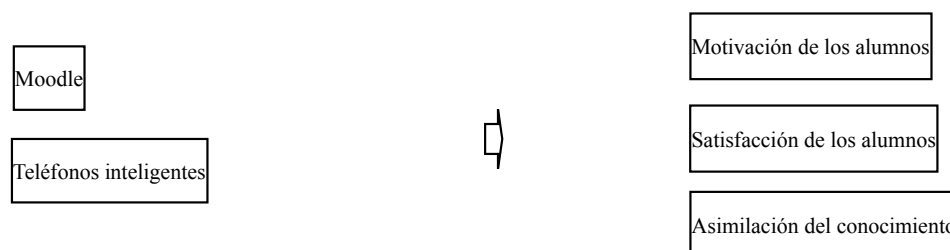


Figura 1. Modelo de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

En la asignatura de Física, los alumnos utilizaron Moodle para la entrega de tareas, la consulta

de los contenidos, la revisión de los recursos multimedia y la comunicación. Del mismo modo, los teléfonos inteligentes permitieron el acceso a las plataformas virtuales de aprendizaje, el uso de las aplicaciones móviles y la comunicación desde cualquier lugar.

Actualmente, la Ciencia de Datos permite que los investigadores analicen los fenómenos educativos a través del descubrimiento de nueva información (SALAS-RUEDA, R.-A., 2021). De hecho, el empleo de las técnicas regresión lineal, deep learning y árbol de decisión en el campo educativo facilita el análisis, la clasificación y la evaluación de los factores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este estudio, los algoritmos Machine Learning sobre la regresión lineal y deep learning son utilizados para evaluar las hipótesis. Los sistemas de gestión de aprendizaje facilitan la participación, la interacción y la comunicación entre los alumnos y el educador (KARAHISAR y UNLUER, 2022; KOYUNCU; KILIC y GOKSUN, 2022). Por consiguiente, las hipótesis de investigación sobre el uso de Moodle en la asignatura de Física son:

- Hipótesis 1: El uso de Moodle influye positivamente la asimilación del conocimiento en el curso Física.
- Hipótesis 2: El uso de Moodle influye positivamente la motivación de los alumnos en el curso Física.
- Hipótesis 3: El uso de Moodle influye positivamente la satisfacción de los estudiantes en el curso Física.

Durante el periodo COVID-19, las universidades y preparatorias utilizaron los dispositivos móviles para establecer la comunicación y ejecutar las actividades a distancia (RYSBAYEVA et al., 2022; VERAWATI; ERNITA y PRAYOGI, 2022). Por consiguiente, las hipótesis de investigación sobre el uso de los teléfonos inteligentes en el proceso educativo de la Física son:

- Hipótesis 4: El uso de los teléfonos inteligentes influye positivamente la asimilación del conocimiento en el curso Física.
- Hipótesis 5: El uso de los teléfonos inteligentes influye positivamente la motivación de los alumnos en el curso Física.
- Hipótesis 6: El uso de los teléfonos inteligentes influye positivamente la satisfacción de los estudiantes en el curso Física.

Asimismo, el algoritmo árbol de decisión es utilizado para identificar las condiciones predictivas a través de las características de los alumnos. En esta investigación, los modelos predictivos sobre el empleo de Moodle en el proceso educativo de la Física son:

- Modelo Predictivo 1, MP1, sobre el uso de Moodle, las características de los participantes y la asimilación del conocimiento.
- Modelo Predictivo 2, MP2, sobre el uso de Moodle, las características de los participantes y la motivación.
- Modelo Predictivo 3, MP3, sobre el uso de Moodle, las características de los participantes y la satisfacción.

Asimismo, las condiciones predictivas (modelos) sobre el empleo de los teléfonos inteligentes en la asignatura de Física son:

- Modelo Predictivo 4, MP4, sobre el uso de los teléfonos inteligentes, las características de los participantes y la asimilación del conocimiento.
- Modelo Predictivo 5, MP5, sobre el uso de los teléfonos inteligentes, las características de los participantes y la motivación.
- Modelo Predictivo 6, MP6, sobre el uso de los teléfonos inteligentes, las características de los participantes y la satisfacción.

3.3 Recolección de datos

La recolección de la información se realizó en el mes de diciembre del 2021. La Tabla 1 presenta el instrumento de medición, un cuestionario.

La Tabla 2 presenta la validación del instrumento de medición.

Tabla 1. Instrumento de medición.

No.	Variable	Dimensión	Pregunta	Respuesta	n	%
1	Perfil del estudiante	Sexo	1. ¿Cuál es tu sexo?	Hombre	68	64.76
				Mujer	37	35.24
		Edad	2. ¿Cuál es tu edad?	16 años	14	13.33
				17 años	83	79.05
				18 años	6	5.71
				19 años	2	1.90
2	Tecnología	Uso de Moodle	3. El uso de Moodle facilita el proceso de aprendizaje a distancia	Mucho (1)	20	19.05
				Bastante (2)	66	62.86
				Poco (3)	19	18.10
				Muy poco (4)	0	0.00
		Uso de teléfonos inteligentes	4. El uso de los teléfonos inteligentes facilita el proceso de aprendizaje a distancia	Mucho (1)	43	40.95
				Bastante (2)	47	44.76
				Poco (3)	15	14.29
				Muy poco (4)	0	0.00
		Asimilación del conocimiento	5. Las herramientas tecnológicas facilitan la asimilación del conocimiento en el curso Física	Mucho (1)	17	16.19
				Bastante (2)	43	40.95
				Poco (3)	38	36.19
				Muy poco (4)	7	6.67
		Motivación	6. Las herramientas tecnológicas incrementan la motivación de los alumnos en el curso Física	Mucho (1)	16	15.24
				Bastante (2)	53	50.48
				Poco (3)	29	27.62
				Muy poco (4)	7	6.67
		Satisfacción	7. Las herramientas tecnológicas incrementan la satisfacción de los estudiantes en el curso Física	Mucho (1)	20	19.05
				Bastante (2)	42	40.00
				Poco (3)	33	31.43
				Muy poco (4)	10	9.52
3	Percepción de los estudiantes	Moodle	8. ¿Cuáles son los beneficios de Moodle?	Abierta	-	-
		Teléfonos inteligentes	9. ¿Cuáles son los beneficios de los teléfonos inteligentes?	Abierta	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Validación del cuestionario

Variable de estudio	Dimensión	Factor de carga (Load Factor)	Alfa de Cronbach	Average Variance Extracted (AVE)	Composite Reliability (CR)
Tecnología	Uso de Moodle	0.524	0.755	0.530	0.843
	Uso de teléfonos inteligentes	0.539			
	Motivación del alumno	0.762			
	Asimilación del conocimiento	0.875			
	Satisfacción	0.861			

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Análisis de datos

RapidMiner permitió el establecimiento de condiciones predictivas (modelos) relacionados con los teléfonos inteligentes, las características de los alumnos y Moodle por medio del algoritmo árbol de decisión (Ver Figura 2). En este algoritmo Machine Learning, las variables objetivo son la motivación de los alumnos, la asimilación del conocimiento y la satisfacción.

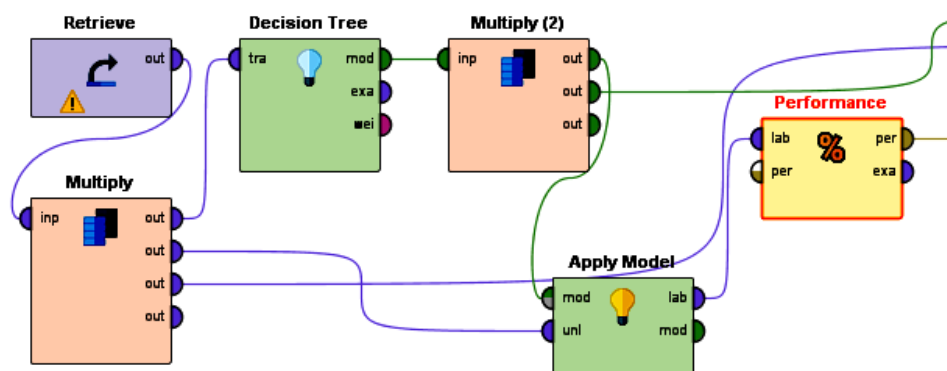


Figura 2. Algoritmo árbol de decisión en RapidMiner.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el algoritmo regresión lineal permitió evaluar las hipótesis de este estudio por medio del 70%, 80% y 90% de la muestra. Por otro lado, el 10%, 20% y 30% de la muestra determinó la exactitud de estas regresiones lineales (Ver Figura 3).

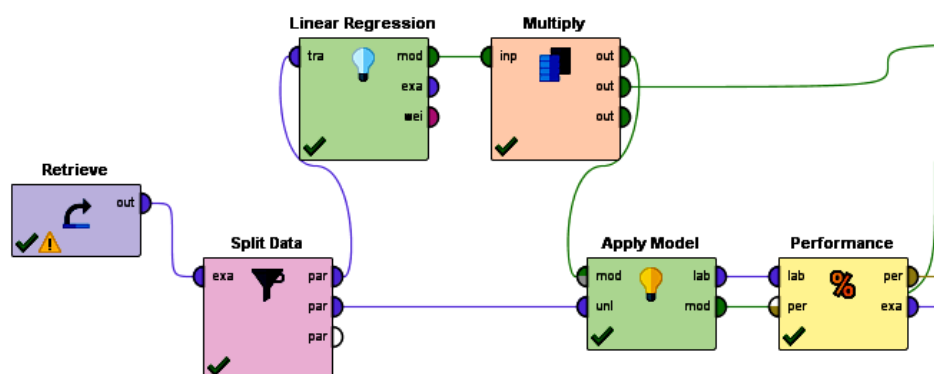


Figura 3. Algoritmo regresión lineal en RapidMiner.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 muestra los elementos del deep learning utilizados en RapidMiner para analizar cómo influyen el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes en la motivación de los alumnos, asimilación del conocimiento y satisfacción en el curso Física. En este algoritmo de Machine Learning se utilizó la activación Tanh, los tamaños de las capas ocultas (50, 50), los ciclos (epochs) = 10, el 70% de la muestra para la sección de entrenamiento y el 30% de la muestra para la sección evaluación.

Asimismo, la aplicación gratuita llamada Nube-de-Palabras identificó las palabras con mayor frecuencia sobre el uso Moodle y los teléfonos inteligentes en el curso de Física.

4 Resultados

Las herramientas tecnológicas facilitan mucho ($n = 17$, 16.19%), bastante ($n = 43$, 40.95%), poco ($n = 38$, 36.19%) y muy poco ($n = 7$, 6.67%) la asimilación del conocimiento en el curso Física (Ver Tabla 1). Asimismo, las herramientas tecnológicas incrementan mucho ($n = 16$, 15.24%), bastante ($n = 53$, 50.48%), poco ($n = 29$, 27.62%) y muy poco ($n = 7$, 6.67%) la motivación de los alumnos en el curso Física. Por último, las herramientas tecnológicas incrementan mucho ($n = 20$,

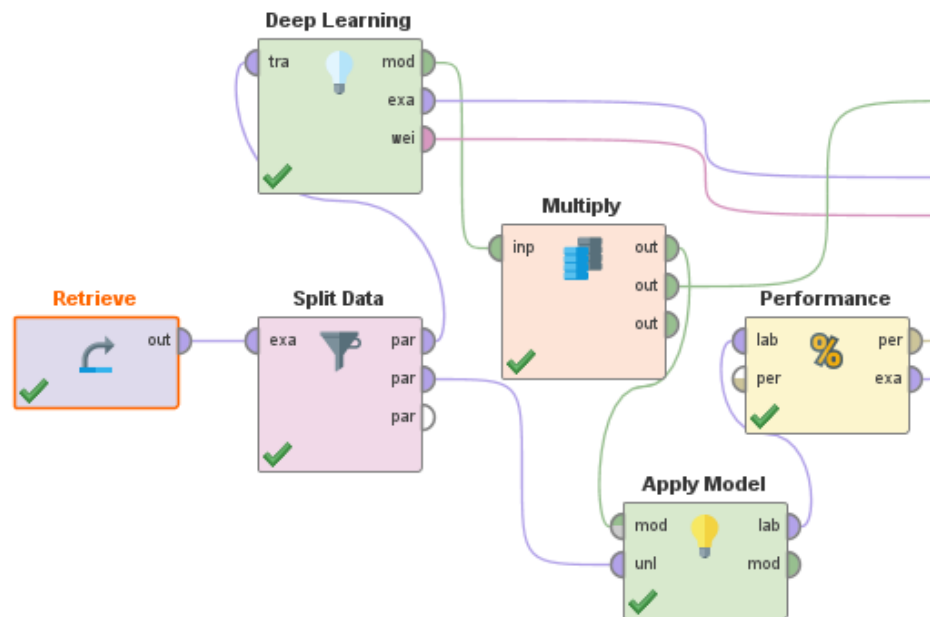


Figura 4. Algoritmo deep learning en RapidMiner.
Fuente: Elaboración propia.

19.05%), bastante ($n = 42$, 40.00%), poco ($n = 33$, 31.43%) y muy poco ($n = 10$, 9.52%) la satisfacción de los estudiantes en el curso Física.

Los resultados sobre el algoritmo regresión lineal determinan que el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes influye positivamente la motivación de los alumnos, la asimilación del conocimiento y la satisfacción de los estudiantes en el curso Física (Ver Tabla 3).

Del mismo modo, los resultados del algoritmo deep learning indican que el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes influye positivamente la motivación de los alumnos, la asimilación del conocimiento y la satisfacción de los estudiantes en el curso Física (Ver Tabla 4).

4.1 Uso de Moodle en el campo educativo

El uso de Moodle facilita mucho ($n = 20$, 19.05%), bastante ($n = 66$, 62.86%) y poco ($n = 19$, 18.10%) el proceso de aprendizaje a distancia (Ver Tabla 1). Los resultados del algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal con 70% (0.209, valor de $p = 0.218$), 80% (0.191, valor de $p = 0.211$) y 90% (0.227, valor de $p = 0.104$) de la muestra determinan que la Hipótesis 1 es aceptada (Ver Tabla 3). Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning (0.210, valor $p = 0.000$) con 70% de la muestra indica que el uso de Moodle influye positivamente la asimilación del conocimiento en el curso Física.

La Figura 5 presenta nueve condiciones sobre el Modelo Predictivo 1. Por ejemplo, si el participante considera que el uso de Moodle facilita mucho el proceso de aprendizaje a distancia y tiene una edad > 18.5 años entonces las herramientas tecnológicas facilitan mucho la asimilación del conocimiento en el curso Física.

Los resultados del algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal con 70% (0.386, valor de $p = 0.015$), 80% (0.289, valor de $p = 0.045$) y 90% (0.224, valor de $p = 0.094$) de la muestra indican que la Hipótesis 2 es aceptada (Ver Tabla 1). Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning (0.406, valor de $p = 0.000$) con 70% de la muestra indica que el uso de Moodle influye positivamente la motivación de los alumnos en el curso Física.

La Figura 6 muestra nueve condiciones sobre el Modelo Predictivo 2. Por ejemplo, si el participante considera que el uso de Moodle facilita mucho el proceso de aprendizaje a distancia y tiene una edad > 17.5 años entonces las herramientas tecnológicas incrementan mucho la motivación en el curso

Tabla 3. Resultados del algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal

Hipótesis de estudio	Entrenamiento	Algoritmo sobre la regresión lineal	Conclusión	Error al cuadrado	Valor de p
H1: Moodle → asimilación del conocimiento	70 % de muestra	$y = 0.209x + 1.836$	0.209. Aceptada.	0.698	0.218
	80 % de muestra	$y = 0.191x + 1.932$	0.191. Aceptada.	0.514	0.211
	90 % de muestra	$y = 0.227x + 1.867$	0.227. Aceptada.	0.685	0.104
H2: Moodle → motivación	70 % de muestra	$y = 0.386x + 1.545$	0.386. Aceptada.	0.746	0.015
	80 % de muestra	$y = 0.289x + 1.741$	0.289. Aceptada.	0.617	0.045
	90 % de muestra	$y = 0.224x + 1.832$	0.224. Aceptada.	0.678	0.094
H3: Moodle → satisfacción	70 % de muestra	$y = 0.302x + 1.709$	0.302. Aceptada.	0.919	0.090
	80 % de muestra	$y = 0.227x + 1.897$	0.227. Aceptada.	0.861	0.153
	90 % de muestra	$y = 0.198x + 1.915$	0.198. Aceptada.	0.648	0.194
H4: teléfonos inteligentes → asimilación del conocimiento	70 % de muestra	$y = 0.242x + 1.824$	0.242. Aceptada.	0.667	0.075
	80 % de muestra	$y = 0.235x + 1.902$	0.235. Aceptada.	0.458	0.084
	90 % de muestra	$y = 0.214x + 1.945$	0.214. Aceptada.	0.498	0.089
H5: teléfonos inteligentes → motivación	70 % de muestra	$y = 0.326x + 1.732$	0.326. Aceptada.	0.565	0.011
	80 % de muestra	$y = 0.338x + 1.724$	0.338. Aceptada.	0.459	0.008
	90 % de muestra	$y = 0.352x + 1.665$	0.352. Aceptada.	0.528	0.003
H6: teléfonos inteligentes → satisfacción	70 % de muestra	$y = 0.271x + 1.827$	0.271. Aceptada.	0.826	0.058
	80 % de muestra	$y = 0.282x + 1.857$	0.282. Aceptada.	0.786	0.046
	90 % de muestra	$y = 0.278x + 1.824$	0.278. Aceptada.	0.549	0.042

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Resultados del algoritmo deep learning

Hipótesis	Entrenamiento	Capas ocultas	Activación	Ciclos (epochs)	Algoritmo de Regresión lineal	Resultado	Valor de p	Error al cuadrado
H1	70 %	50, 50	Tanh	10	$y = 0.210x + 1.780$	Aceptada: 0.210	0.000	0.741
H2	70 %	50, 50	Tanh	10	$y = 0.406x + 1.436$	Aceptada: 0.406	0.000	0.732
H3	70 %	50, 50	Tanh	10	$y = 0.238x + 1.843$	Aceptada: 0.238	0.000	0.904
H4	70 %	50, 50	Tanh	10	$y = 0.262x + 1.778$	Aceptada: 0.262	0.000	0.674
H5	70 %	50, 50	Tanh	10	$y = 0.421x + 1.514$	Aceptada: 0.421	0.000	0.532
H6	70 %	50, 50	Tanh	10	$y = 0.273x + 1.805$	Aceptada: 0.273	0.000	0.828

Fuente: Elaboración propia.

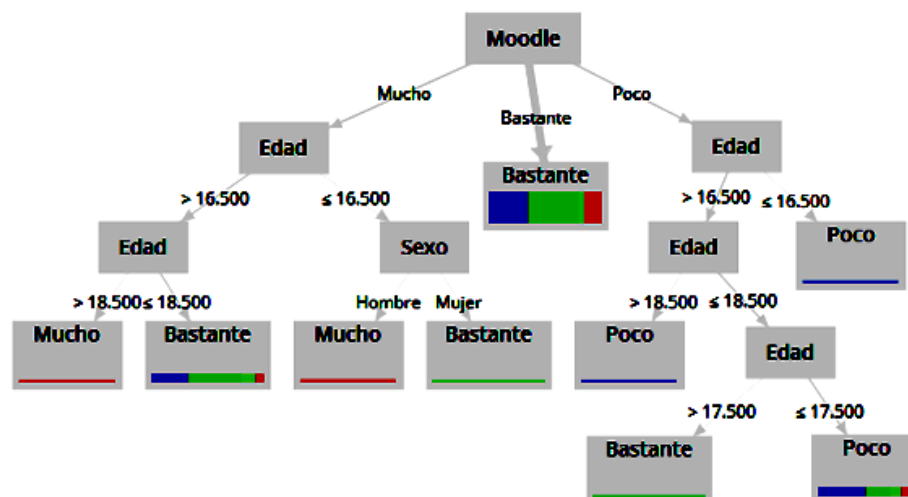


Figura 5. Condiciones predictivas del Modelo Predictivo 1.
Fuente: Elaboración propia.

Física.



Figura 6. Condiciones predictivas del Modelo Predictivo 2.
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal con 70% (0.302, valor de $p = 0.090$), 80% (0.227, valor de $p = 0.153$) y 90% (0.198, valor de $p = 0.194$) de la muestra indican que la Hipótesis 3 es aceptada (Ver Tabla 3). Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning (0.238, valor de $p = 0.000$) con 70% de la muestra indica que el uso de Moodle influye positivamente la satisfacción de los alumnos en el curso Física.

La Figura 7 presenta nueve condiciones sobre el Modelo Predictivo 3. Por ejemplo, si el participante considera que el uso de Moodle facilita bastante el proceso de aprendizaje a distancia entonces las herramientas tecnológicas incrementan bastante la satisfacción de los estudiantes en el curso Física.

Según los participantes de este estudio, el empleo de Moodle facilitó la consulta y revisión de los contenidos en la asignatura Física y permitió la administración de las tareas desde cualquier lugar.

“Podemos revisar el material previo cuando queramos” (Estudiante 2, 17 años, hombre).

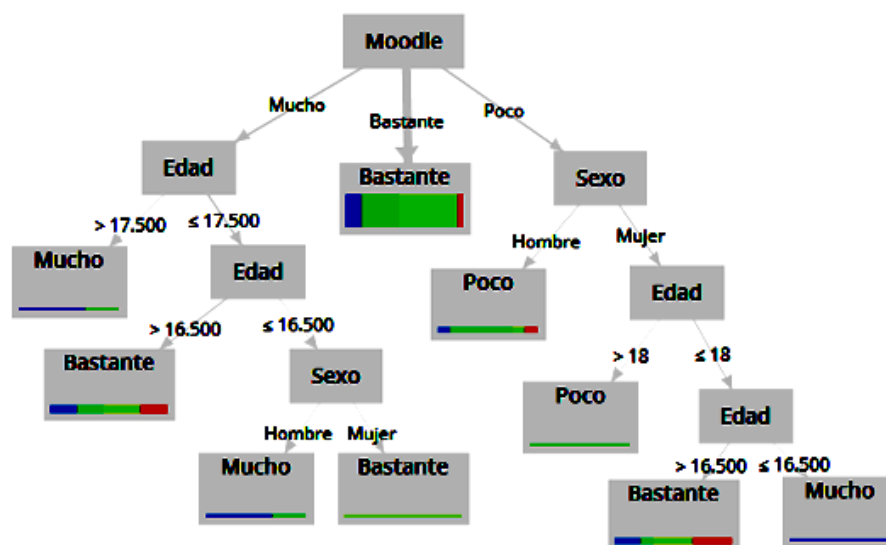


Figura 7. Condiciones predictivas del Modelo Predictivo 3.
Fuente: Elaboración propia.

“Que todos podemos recibir el material y las tareas más fácil, además que facilita la visualización de las tareas pendientes y sus entregas” (Estudiante 10, 17 años, hombre).

“Facilidad en la entrega de productos y retroalimentación” (Estudiante 15, 17 años, hombre).

Asimismo, la incorporación de este sistema de gestión de aprendizaje en el curso Física facilitó la retroalimentación de las actividades y permitió la comunicación entre los estudiantes y el educador.

“Se tiene una mejor comunicación alumno-profesor y viceversa, aparte de facilitar la retroalimentación de la clase” (Estudiante 3, 17 años, mujer).

“Facilita la comunicación entre el maestro y el alumno, permite que subamos nuestras tareas de manera más sencilla” (Estudiante 9, 17 años, hombre).

“Tenemos una mayor organización en cuanto a fecha de entrega de trabajos, además de ser un medio para comunicarnos con profesores” (Estudiante 25, 16 años, hombre).

De acuerdo con los alumnos de la UNAM, Moodle promovió la autonomía y permitió el aprendizaje desde cualquier lugar.

“Puedes consultar varias veces algo que no te ha quedado claro” (Estudiante 5, 16 años, hombre).

“Es fácil acceder a ella en cualquier momento en busca de información” (Estudiante 14, 17 años, mujer).

“Poder consultar material expuesto por profesores o inclusive las tareas pasadas con una facilidad impresionante” (Estudiante 33, 17 años, mujer).

En la Escuela Nacional Preparatoria no. 6, este sistema de gestión de aprendizaje permitió que los estudiantes aprendieran a su propio ritmo los temas del curso Física desde cualquier lugar.

“Que nuestros trabajos, las clases y los materiales que se dejan para trabajar se pueden consultar más veces” (Estudiante 12, 17 años, hombre).

“En los beneficios están: organización de temas vistos y tareas, recordatorios para trabajos y la posibilidad de volver a revisar temas para repasar” (Estudiante 24, 17 años, hombre).

“Puedes consultar el material de aprendizaje varias veces, hay una mayor facilidad para organizar tus trabajos y tareas” (Estudiante 35, 17 años, hombre).

La Figura 8 presenta la nube de palabras sobre el empleo de Moodle donde las palabras con mayor frecuencia son tareas ($n = 32$), entrega ($n = 22$), trabajos ($n = 20$), fácil ($n = 18$), organización ($n = 16$), información ($n = 14$), temas ($n = 14$), material ($n = 12$) y consultar ($n = 8$).

4.2 Teléfonos inteligentes en el campo educativo

El uso de los teléfonos inteligentes facilita mucho ($n = 43$, 40.95%), bastante ($n = 47$, 44.76%) y poco ($n = 15$, 14.29%) el proceso de aprendizaje a distancia (Ver Tabla 1). Los resultados del algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal con 70% (0.242, valor de $p = 0.075$), 80% (0.235, valor de $p = 0.084$) y 90% (0.214, valor de $p = 0.089$) de la muestra indican que la Hipótesis 4 es aceptada (Ver Tabla 3). Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning (0.262, valor de $p = 0.000$) con 70% de la muestra señala que el uso de los teléfonos inteligentes influye positivamente la asimilación del conocimiento en el curso Física.

Asimismo, la Figura 9 presenta nueve condiciones del Modelo Predictivo 4. Por ejemplo, si el participante piensa que el uso de los teléfonos inteligentes facilita mucho el proceso de aprendizaje a distancia, tiene una edad 18.5 años y es hombre entonces las herramientas tecnológicas facilitan mucho la asimilación del conocimiento en el curso Física.

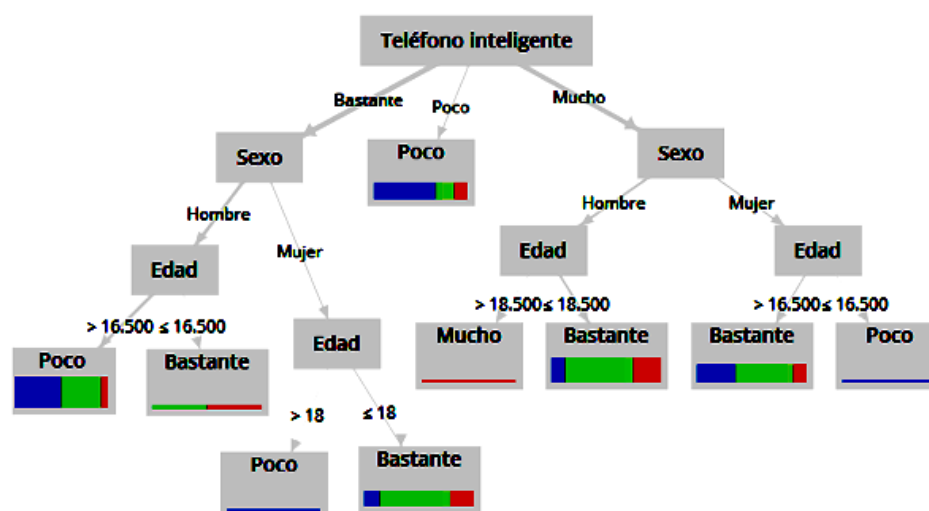


Figura 9. Condiciones predictivas del Modelo Predictivo 4.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal con 70% (0.326, valor de $p = 0.011$), 80% (0.338, valor de $p = 0.008$) y 90% (0.352, valor de $p = 0.003$) de la muestra indican que la Hipótesis 5 es aceptada (Ver Tabla 3). Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning (0.421, valor de $p = 0.000$) con 70% de la muestra indica que el uso de los teléfonos inteligentes influye positivamente la motivación en el curso Física.

La Figura 10 presenta ocho condiciones del Modelo Predictivo 5. Por ejemplo, si el participante considera que el uso de los teléfonos inteligentes facilita mucho el proceso de aprendizaje a distancia y es mujer entonces las herramientas tecnológicas incrementan bastante la motivación en el curso Física.

Los resultados del algoritmo Machine Learning sobre la regresión lineal con 70% (0.271, valor de $p = 0.058$), 80% (0.282, valor de $p = 0.046$) y 90% (0.278, valor de $p = 0.042$) indican que la Hipótesis 6 es aceptada (Ver Tabla 3). Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning (0.273, valor de $p = 0.000$) con 70% de la muestra indica que el uso de los teléfonos inteligentes influye positivamente la satisfacción en el curso Física.

La Figura 11 presenta ocho condiciones del Modelo Predictivo 6. Por ejemplo, si el participante considera que el uso de los teléfonos inteligentes facilita bastante el proceso de aprendizaje a distancia y tiene una edad ≤ 17.5 años entonces las herramientas tecnológicas incrementan bastante la satisfacción de los estudiantes en el curso Física.

Según los estudiantes del curso Física, el uso de los teléfonos inteligentes en el campo educativo facilitó la comunicación.

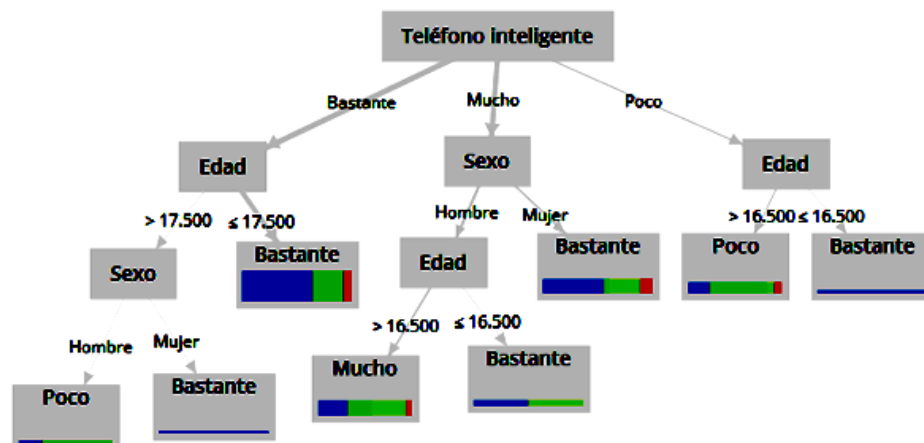


Figura 10. Condiciones predictivas del Modelo Predictivo 5.

Fuente: Elaboración propia.

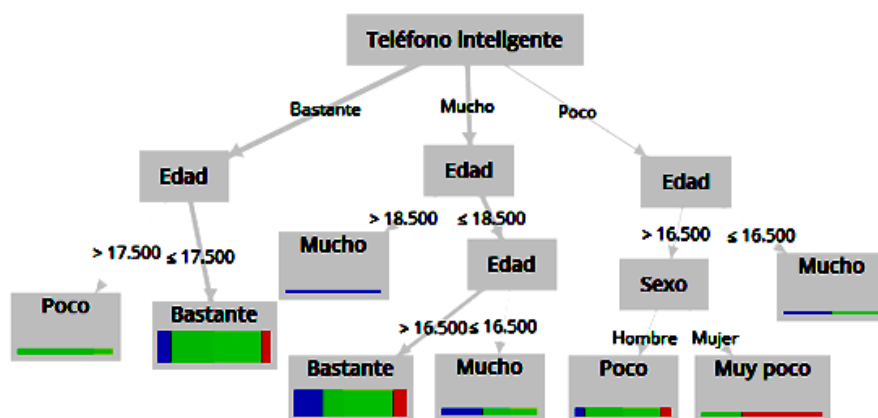


Figura 11. Condiciones predictivas del Modelo Predictivo 6.

Fuente: Elaboración propia.

“Permiten ponernos en contacto sin importar la distancia” (Estudiante 2, 17 años, hombre).

“La posibilidad de acceder a las clases más fácilmente desde cualquier lugar” (Estudiante 33, 17 años, hombre).

“Es muy fácil poder comunicarse a través de estos dispositivos” (Estudiante 38, 17 años, mujer).

En la Escuela Nacional Preparatoria no. 6, la incorporación de estos dispositivos móviles facilitó el acceso a las herramientas tecnológicas y el aprendizaje a distancia.

“Además de que permiten el aprendizaje a distancia y en cualquier lado, se tiene acceso a las respuestas y a dudas, así como a multitud de programas educativos” (Estudiante 6, 18 años, hombre).

“Facilita el acceso a las aulas virtuales en cualquier lugar y de forma sencilla” (Estudiante 14, 17 años, mujer). “Desde el móvil se puede entrar a la plataforma educativa o a una conferencia desde cualquier lado” (Estudiante 20, 17 años, mujer).

Los beneficios sobre el empleo de los teléfonos inteligentes en las actividades escolares son la búsqueda de la información, la revisión de los contenidos escolares y la consulta de los recursos multimedia.

“Nos facilitan el acceso a la información” (Estudiante 3, 17 años, mujer).

“El acceso al conocimiento es más rápido y fácil” (Estudiante 8, 18 años hombre).

“Los dispositivos móviles facilitan la búsqueda de la información” (Estudiante 16, 17 años, hombre).

Asimismo, los estudiantes del curso Física utilizaron los teléfonos inteligentes para observar la presentación de los temas de las clases en la modalidad a distancia e intercambiar información en tiempo real durante la pandemia COVID-19.

“Nos permiten conectarnos rápidamente a nuestras clases, permiten tener aplicaciones y permiten visualizar contenido para fortalecer los temas” (Estudiante 9, 17 años, hombre).

“Con la ayuda de los dispositivos puedo comunicarme con mis compañeros para la elaboración de los trabajos, para conectarme a las clases” (Estudiante 18, 18 años, hombre).

“Facilitan la comunicación entre compañeros y profesores” (Estudiante 46, 17 años, mujer).

Asimismo, la Figura 12 presenta la nube de palabras sobre el uso de los teléfonos inteligentes donde las palabras con mayor frecuencia son información (36 veces), clase (18 veces), acceder (14 veces), acceso (12 veces), facilidad (10 veces), herramientas (10 veces), clases (10 veces), dispositivos (10 veces) y aprendizaje (8 veces).

5 Discusión

Durante el periodo del COVID-19, los educadores se apoyaron en los avances tecnológicos para enfrentar los desafíos educativos (AREA-MOREIRA; BETHENCOURT-AGUILAR y MARTIN-GOMEZ, 2020; CABERO-ALMENARA y LLORENTE-CEJUDO, 2020; MUÑOZ ARTEAGA; MUÑOZ ZAVALA y CARDONA REYES, 2022). Por ejemplo, los beneficios sobre el uso de Moodle en el curso Física son la flexibilidad de tiempo y espacio. En esta investigación, el 57.14% de los participantes considera que las herramientas tecnológicas facilitan bastante y mucho la asimilación del conocimiento en el curso Física. Por consiguiente, la mayoría de los alumnos tiene una percepción favorable.

Las instituciones educativas emplearon las TIC para actualizar los cursos (CABERO-ALMENARA y LLORENTE-CEJUDO, 2020; PHAMDO et al., 2022). De hecho, los sistemas de gestión de aprendizaje junto con los dispositivos móviles facilitan la participación de los estudiantes y la realización de las actividades escolares bajo la modalidad a distancia (FARSI et al., 2022). En la Escuela Nacional Preparatoria no. 6, los teléfonos inteligentes facilitaron y permitieron la comunicación desde cualquier lugar. De hecho, el 65.71% de los estudiantes piensa que las herramientas tecnológicas incrementan bastante y mucho la motivación en el curso Física. Por consiguiente, la mayoría de los participantes tiene una percepción favorable.

Los avances tecnológicos facilitaron la ejecución de creativas actividades durante el periodo de COVID-19 (AREA-MOREIRA; BETHENCOURT-AGUILAR y MARTIN-GOMEZ, 2020; FARSI et al., 2022; MUÑOZ ARTEAGA; MUÑOZ ZAVALA y CARDONA REYES, 2022). Incluso, la incorporación de las herramientas tecnológicas como los sistemas de gestión de aprendizaje y los dispositivos móviles en el campo educativo ayudan a construir nuevos espacios virtuales de enseñanza y aprendizaje (FARSI



Figura 12. Nube de palabras sobre el uso de los teléfonos inteligentes.
Fuente: Elaboración propia.

et al., 2022). En particular, el empleo de Moodle y los teléfonos inteligentes permitieron actualizar las actividades escolares del curso Física. El 59.05% de los estudiantes considera que las herramientas tecnológicas incrementan mucho y bastante la satisfacción de los estudiantes en el curso Física. Por consiguiente, la mayoría de los alumnos tienen una percepción favorable.

5.1 Moodle

Diversos autores (GARCIA; M. y V., 2021; PHAMDO et al., 2022) explican que los sistemas de gestión de aprendizaje permiten el intercambio de ideas. En el curso de Física, Moodle facilitó la revisión de los recursos multimedia y la entrega de las tareas durante el periodo del COVID-19. El 81.90% de los participantes menciona que el uso de Moodle facilita bastante y mucho el proceso de aprendizaje a distancia. Por lo tanto, la mayoría de los alumnos tiene una percepción favorable.

En la Escuela Nacional Preparatoria no. 6, Moodle facilitó la interacción y comunicación entre los participantes del proceso educativo. Incluso, los resultados del algoritmo regresión lineal sobre la Hipótesis 1 son superiores a 0.189. Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning señala que la Hipótesis 1 es aceptada.

El algoritmo árbol de decisión determina 9 condiciones sobre el MP1. Este algoritmo del Machine Learning establece las relaciones entre el uso de Moodle y las herramientas tecnológicas para la asimilación del conocimiento por medio del sexo y la edad de los estudiantes.

El educador del curso Física fomentó la autonomía de los alumnos a través de la revisión de los contenidos y el envío de las actividades vía Moodle. Los resultados del algoritmo regresión lineal sobre Hipótesis 2 son superiores a 0.223. Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning señala que la Hipótesis 2 es aceptada.

El algoritmo árbol de decisión determina 9 condiciones sobre el MP2. Este algoritmo del Machine Learning establece las relaciones entre el uso de Moodle y las herramientas tecnológicas para la motivación por medio del sexo y la edad de los estudiantes.

Según los participantes del curso Física, Moodle promovió el aprendizaje personalizado debido a que este sistema de gestión de aprendizaje facilitó el repaso de los temas en cualquier momento. Los resultados del algoritmo regresión lineal sobre la Hipótesis 3 son superiores a 0.189. Del mismo modo,

el resultado del algoritmo deep learning señala que la Hipótesis 3 es aceptada.

El algoritmo árbol de decisión determina 9 condiciones sobre el MP3. Este algoritmo del Machine Learning establece las relaciones entre el uso de Moodle y las herramientas tecnológicas para la satisfacción por medio del sexo y la edad de los estudiantes.

En la educación a distancia, los sistemas de gestión de aprendizaje facilitan la realización de las actividades escolares desde cualquier lugar (FARSI et al., 2022; GALARCE-MIRANDA; GORMAZ-LOBOS y HORTSCH, 2022).

5.2 Teléfonos inteligentes

Los dispositivos móviles facilitaron la realización y entrega de las tareas durante el periodo del COVID-19 (KAMINSKE et al., 2022; PERERA y HERVÁS-GÓMEZ, 2021). En el curso Física, los teléfonos inteligentes permitieron la búsqueda de la información, la revisión de los contenidos escolares y la consulta de los recursos multimedia. El 85.71% de los estudiantes considera que el uso de estas herramientas tecnológicas facilita bastante y mucho el proceso de aprendizaje a distancia. Por lo tanto, la mayoría de los alumnos tiene una percepción favorable.

Como lo mencionan los estudiantes de la UNAM, el uso de los teléfonos inteligentes facilitó el aprendizaje y la comunicación. De hecho, los resultados del algoritmo regresión lineal sobre la Hipótesis 4 son superiores a 0.209. Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning señala que la Hipótesis 4 es aceptada.

El algoritmo árbol de decisión determina 9 condiciones predictivas en el MP4. Este algoritmo del Machine Learning establece las relaciones entre el uso de los teléfonos inteligentes y las herramientas tecnológicas para la asimilación del conocimiento por medio del sexo y la edad.

Los estudiantes del curso Física utilizaron los teléfonos inteligentes para acceder a las clases virtuales desde cualquier lugar. Los resultados del algoritmo regresión lineal sobre la Hipótesis 5 son superiores a 0.320. Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning señala que la Hipótesis 5 es aceptada.

El algoritmo árbol de decisión determina 8 condiciones predictivas en el MP5. Este algoritmo del Machine Learning establece las relaciones entre el uso de los teléfonos inteligentes y las herramientas tecnológicas para la motivación por medio del sexo y la edad de los participantes.

La incorporación de los teléfonos inteligentes facilitó el uso de las herramientas tecnológicas durante el periodo del COVID-19. De hecho, los resultados del algoritmo regresión lineal sobre la Hipótesis 6 son superiores a 0.269. Del mismo modo, el resultado del algoritmo deep learning señala que la Hipótesis 6 es aceptada.

El algoritmo árbol de decisión determina 8 condiciones predictivas en el MP6. Este algoritmo del Machine Learning establece las relaciones entre el uso de los teléfonos inteligentes y las herramientas tecnológicas para la satisfacción por medio del sexo y la edad de los estudiantes.

Por último, los dispositivos móviles facilitan el aprendizaje personalizado y mejora las condiciones de enseñanza en la modalidad a distancia (OMIRZAK et al., 2021; VERAWATI; ERNITA y PRAYOGI, 2022).

6 Conclusión

Los educadores incorporaron las herramientas tecnológicas en los cursos con el propósito de facilitar el aprendizaje a distancia. En este estudio, los resultados de los algoritmos regresión lineal y deep learning indican que el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes influye positivamente la motivación de los alumnos, asimilación del conocimiento y satisfacción de los estudiantes en el curso Física. Asimismo, el algoritmo árbol de decisión determinó seis modelos predictivos considerando el perfil de los participantes.

Esta investigación mixta recomienda la incorporación y el uso de Moodle en el campo educativo porque esta herramienta tecnológica facilitó la entrega de tareas, la consulta de los contenidos, la revisión de los recursos multimedia y la comunicación. Del mismo modo, este trabajo sugiere el empleo de los teléfonos inteligentes en las actividades escolares para el acceso a las plataformas virtuales de aprendizaje, el uso de las aplicaciones móviles y la comunicación desde cualquier lugar.

Las implicaciones de esta investigación mixta son la ejecución de creativas actividades, la realización del proceso educativo a distancia y la organización de espacios virtuales para la enseñanza y el aprendizaje por medio de Moodle y los teléfonos inteligentes. Asimismo, las técnicas de regresión lineal, deep learning y árbol de decisión permiten conocer cuál es el papel que tiene el uso de estas herramientas tecnológicas en el campo educativo. Cabe destacar que el deep learning facilita la creación de modelos matemáticos, funciones lineales, que predicen con gran exactitud el comportamiento de las variables dependientes.

Las limitaciones son las técnicas de Machine Learning utilizadas y el análisis de las herramientas tecnológicas para la asimilación del conocimiento, la motivación y la satisfacción. Los futuros estudios pueden analizar el uso de Moodle y los teléfonos inteligentes para el rol activo y el desarrollo de las habilidades en diversas preparatorias y universidades. Asimismo, los algoritmos Machine Learning sobre los bosques aleatorios y la regresión logística pueden ser empleados para analizar el impacto de estas herramientas tecnológicas considerando el rendimiento académico.

Las líneas de investigación futuras involucran el análisis sobre el uso de las herramientas tecnológicas antes, durante y después de las sesiones presenciales o virtuales. En conclusión, Moodle y los teléfonos inteligentes mejoraron las condiciones de enseñanza-aprendizaje durante el periodo COVID-19 y actualizaron las actividades del curso Física considerando la modalidad de educación a distancia.

7 Agradecimientos

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME: El Aula del Futuro de la Escuela Nacional Preparatoria 6 (PE106221). Asimismo, se agradece el apoyo proporcionado por el docente del curso Física.

Referencias

- ALENEZI, Hadeel S. y FAISAL, Maha H. Utilizing crowdsourcing and machine learning in education: Literature review. *Education and Information Technologies*, v. 25, n. 4, p. 2971-2986, jul. 2020. ISSN 1360-2357, 1573-7608. DOI: 10.1007/s10639-020-10102-w. Disponible en: <<http://link.springer.com/10.1007/s10639-020-10102-w>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- AREA-MOREIRA, M.; BETHENCOURT-AGUILAR, A. y MARTIN-GOMEZ, S. From blended teaching to online teaching in the days of Covid19. Student visions. *Campus Virtuales*, p. 35-50, 2020. Disponible en: <<https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/resource/pt/covidwho-972905>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- CABERO-ALMENARA, J. y LLORENTE-CEJUDO, C. Covid-19: radical transformation of digitization in university institutions. *Campus Virtuales*, p. 25-34, 2020. Disponible en: <<https://pesquisa.bvsalud.org/global-literature-on-novel-coronavirus-2019-ncov/resource/pt/covidwho-972916>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- CHADAGA, Krishnaraj et al. Battling COVID-19 using machine learning: A review. Edición: D T Pham. *Cogent Engineering*, v. 8, n. 1, pág. 1958666, ene. 2021. ISSN 2331-1916. DOI: 10.1080/23311916.2021.1958666. Disponible en: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311916.2021.1958666>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- DOLECK, Tenzin et al. Predictive analytics in education: a comparison of deep learning frameworks. *Education and Information Technologies*, v. 25, n. 3, p. 1951-1963, mayo 2020. ISSN 1360-2357, 1573-7608. DOI: 10.1007/s10639-019-10068-4. Disponible en: <<http://link.springer.com/10.1007/s10639-019-10068-4>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- FARSI, Zahra et al. Investigating nursing students' satisfaction with the quality of courses and virtual learning during the covid-19 pandemic in 2020-2021. *Turkish Online Journal of Distance Education*, v. 23, n. 3, p. 103-117, jul. 2022. ISSN 1302-6488. DOI: 10.17718/tojde.1137240. Disponible en: <<https://dergipark.org.tr/en/pub/tojde/issue/70682/1137240>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

- GALARCE-MIRANDA, Claudia; GORMAZ-LOBOS, Diego y HORTSCH, Hanno. An Analysis of Students' Perceptions of the Educational Use of ICTs and Educational Technologies during the Online Learning. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, v. 12, n. 2, p. 62-74, mar. 2022. ISSN 2192-4880. DOI: 10.3991/ijep.v12i2.29949. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/29949>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- GARCIA, Rizaldy; M., Anjo y V., Nida. Integration of Learning Management System as an Aid in Teaching: An Assessment. *European Journal of Educational Research*, v. 10, n. 4, p. 1907-1918, oct. 2021. ISSN 21658714, 21658714. DOI: 10.12973/eu-jer.10.4.1907. Disponible en: <<https://eu-jer.com/integration-of-learning-management-system-as-an-aid-in-teaching-an-assessment>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- GORMAZ-LOBOS, Diego; GALARCE-MIRANDA, Claudia y KERSTEN, Steffen. Evaluation Results of an Online Teacher Training Course Specialized in Engineering Education. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, v. 11, n. 5, pág. 54, oct. 2021. ISSN 2192-4880. DOI: 10.3991/ijep.v11i5.21981. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/21981>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- HEETHAL JAIPRAKASH. Flipped Classroom for Pharmacology Teaching in a Malaysian Medical School using Online Tools during the COVID-19 Pandemic: Knowledge Gained and Student Perception. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, v. 18, n. 08, p. 154-161, jun. 2022. ISSN 2626-8493. DOI: 10.3991/ijoe.v18i08.31783. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/31783>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- KAMINSKE, Althea et al. Cell Phone Notifications Harm Attention: An Exploration of the Factors that Contribute to Distraction. *European Journal of Educational Research*, v. 11, n. 3, p. 1487-1494, jul. 2022. ISSN 21658714, 21658714. DOI: 10.12973/eu-jer.11.3.1487. Disponible en: <<https://eu-jer.com/cell-phone-notifications-harm-attention-an-exploration-of-the-factors-that-contribute-to-distraction>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- KARAHISAR, Tuba y UNLUER, Ayhan Oguz. A research on distance education and alienation in academic staff during the covid-19 pandemic. *Turkish Online Journal of Distance Education*, v. 23, n. 3, p. 68-85, jul. 2022. ISSN 1302-6488. DOI: 10.17718/tojde.1137201. Disponible en: <<https://dergipark.org.tr/en/pub/tojde/issue/70682/1137201>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- KHAKPOUR, Alireza y COLOMO-PALACIOS, Ricardo. Convergence of Gamification and Machine Learning: A Systematic Literature Review. *Technology, Knowledge and Learning*, v. 26, n. 3, p. 597-636, sep. 2021. ISSN 2211-1662, 2211-1670. DOI: 10.1007/s10758-020-09456-4. Disponible en: <<https://link.springer.com/10.1007/s10758-020-09456-4>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- KHANAL, Shristi Shakya et al. A systematic review: machine learning based recommendation systems for e-learning. *Education and Information Technologies*, v. 25, n. 4, p. 2635-2664, jul. 2020. ISSN 1360-2357, 1573-7608. DOI: 10.1007/s10639-019-10063-9. Disponible en: <<http://link.springer.com/10.1007/s10639-019-10063-9>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- KIKETA, Vogel et al. Design and Implementation of a Blended Learning System for Higher Education in the Democratic Republic of Congo as a Response to Covid-19 Pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, v. 17, n. 13, p. 64-83, jul. 2022. ISSN 1863-0383. DOI: 10.3991/ijet.v17i13.30185. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/30185>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- KOYUNCU, İlhan; KILIC, Abdullah Faruk y GOKSUN, Derya ORHAN. Classification of students' achievement via machine learning by using system logs in learning management system. *Turkish Online Journal of Distance Education*, v. 23, n. 3, p. 18-30, jul. 2022. ISSN 1302-6488. DOI: 10.17718/tojde.1137114. Disponible en: <<https://dergipark.org.tr/en/pub/tojde/issue/70682/1137114>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- MUÑOZ ARTEAGA, Jaime; MUÑOZ ZAVALA, Angel E. y CARDONA REYES, Héctor. Retos de la enseñanza inclusiva a nivel educación primaria durante la contingencia COVID-19. *Campus Virtuales*, v. 11, n. 1, pág. 125, ene. 2022. ISSN 2255-1514. DOI: 10.54988/cv.2022.1.926. Disponible en: <<http://www.uajournals.com/campusvirtuales/es/revistaes/numerosanteriores.html?id=314>>. Acceso en: 7 ene. 2023.
- OMIRZAK, Islam et al. Students' Perception About the Use of Mobile Learning in Solving Engineering Problems Collaboratively. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, v. 11, n. 6, p. 102-116, dic. 2021. ISSN 2192-4880. DOI: 10.3991/ijep.v11i6.24647. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/24647>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

PERERA, Víctor y HERVÁS-GÓMEZ, Carlos. University Students' Perceptions toward the Use of an Online Student Response System in Game-Based Learning Experiences with Mobile Technology. *European Journal of Educational Research*, v. 10, n. 2, p. 1009-1022, abr. 2021. ISSN 21658714, 21658714. DOI: 10.12973/eu-jer.10.2.1009. Disponible en: <<https://eu-jer.com/university-students-perceptions-toward-the-use-of-an-online-student-response-system-in-game-based-learning-experiences-with-mobile-technology>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

PHAMDO, Phuong-Tam et al. Learning Management System in Developing Countries: A Bibliometric Analysis Between 2005 and 2020. *European Journal of Educational Research*, v. 11, n. 3, p. 1363-1377, jul. 2022. ISSN 21658714, 21658714. DOI: 10.12973/eu-jer.11.3.1363. Disponible en: <<https://eu-jer.com/learning-management-system-in-developing-countries-a-bibliometric-analysis-between-2005-and-2020>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

RYSBAYEVA, Galiya et al. Students' Attitudes Towards Mobile Learning. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*, v. 12, n. 2, p. 129-140, mar. 2022. ISSN 2192-4880. DOI: 10.3991/ijep.v12i2.29325. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-jep/article/view/29325>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

SALAS-RUEDA, Ricardo Adán. Use of the flipped classroom to design creative and active activities in the field of computer science. *Creativity Studies*, v. 13, n. 1, p. 136-151, mar. 2020. ISSN 2345-0479, 2345-0487. DOI: 10.3846/cs.2020.10336. Disponible en: <<https://journals.vilniustech.lt/index.php/CS/article/view/10336>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

SALAS-RUEDA, Ricardo-Adán. Use of flipped classroom in the marketing career during the educational process on financial mathematics. *Education and Information Technologies*, v. 26, n. 4, p. 4261-4284, jul. 2021. ISSN 1360-2357, 1573-7608. DOI: 10.1007/s10639-021-10470-x. Disponible en: <<https://link.springer.com/10.1007/s10639-021-10470-x>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

SKRBINJEK, Vesna y DERMOL, Valerij. Predicting students' satisfaction using a decision tree. *Tertiary Education and Management*, v. 25, n. 2, p. 101-113, jun. 2019. ISSN 1358-3883, 1573-1936. DOI: 10.1007/s11233-018-09018-5. Disponible en: <<http://link.springer.com/10.1007/s11233-018-09018-5>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

STEVANUS, Ivan; GITA, Maria y DEBOR. The Impact of Online Learning toward the Independence of Primary School Students During the Pandemic in Jakarta, Indonesia. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, v. 18, n. 08, p. 23-33, jun. 2022. ISSN 2626-8493. DOI: 10.3991/ijoe.v18i08.31965. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-joe/article/view/31965>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

VERAWATI, Ni Nyoman Sri Putu; ERNITA, Nevi y PRAYOGI, Saiful. 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 (IJET)*, v. 17, n. 13, p. 267-277, jul. 2022. ISSN 1863-0383. DOI: 10.3991/ijet.v17i13.31459. Disponible en: <<https://online-journals.org/index.php/i-jet/article/view/31459>>. Acceso en: 7 ene. 2023.

Contribuciones de los autores

Ricardo-Adán Salas-Rueda: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Validación, Redacción – borrador original, Redacción – Revisión y edición; **Jesús Ramírez-Ortega:** Adquisición de financiamiento, Investigación, Recursos, Redacción – borrador original, Redacción – Revisión y edición; **Selene-Marisol Martínez-Ramírez:** Investigación, Redacción – borrador original, Redacción – Revisión y edición; **Clara Alvarado-Zamorano:** Investigación, Redacción – borrador original, Redacción – Revisión y edición.