



## **Aprendizaje de idiomas usando Machine Learning: una revisión sistemática**

### **Language learning using Machine Learning: a systematic review**

Javier Gamboa-Cruzado<sup>1a</sup> Jhon Huamani Jeri<sup>2</sup>, Abel Najarro Buitron<sup>3</sup>, Augusto Hidalgo Sánchez<sup>4</sup>, Marisol Daga Chaca<sup>5</sup>, Indalecio Horna Zegarra<sup>6</sup>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú<sup>1,4</sup>  
Universidad Autónoma del Perú, Lima, Perú<sup>2,3</sup>  
Universidad Nacional de Cañete, Lima, Perú<sup>5</sup>  
Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú<sup>6</sup>

 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0461-4152><sup>1</sup>  
 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0274-5001><sup>2</sup>  
 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4471-9335><sup>3</sup>  
 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3123-610X><sup>4</sup>  
 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2288-8341><sup>5</sup>  
 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8375-243X><sup>6</sup>

**Recibido:** 23 de marzo de 2022

**Aceptado:** 27 de julio de 2022

### **Resumen**

El aprendizaje de idiomas mediante uso de Machine Learning (ML) ha tomado significancia, empleando técnicas y algoritmos con la capacidad de resolver traducción de texto, audio e imágenes. En ese contexto, el objetivo de la investigación es determinar los avances a nivel mundial acerca del aprendizaje de idiomas usando ML con la finalidad de apoyar y animar a los investigadores a emprender nuevas investigaciones experimentales al respecto. La cantidad de investigaciones del aprendizaje de idiomas y ML requiere una revisión sistemática de la literatura, limitando los años de revisión entre el 2016 y el 2021. Las fuentes consultadas son: Taylor & Francis, IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, ProQuest, ARDI y ERIC. Los estudios encontrados inicialmente fueron de 55237, luego de aplicar rigurosos criterios de exclusión se obtuvieron 82 artículos. Los resultados de la revisión concluyen que la técnica más utilizada para el aprendizaje de idiomas mediante ML es Support Vector Machine (SVM), seguido de K-means (K-M) y la forma en que han evolucionado los conceptos tienden a la automatización del aprendizaje. La revisión ofrece un acercamiento a las tendencias en el aprendizaje de idiomas con

<sup>a</sup>Correspondencia al autor  
E-mail: [jgamboa65@hotmail.com](mailto:jgamboa65@hotmail.com)

ML, además que las keywords que presentan más coocurrencia en las investigaciones son “machine learning”, “natural lenguaje processing” y “machine translation”.

**Palabras clave:** proceso de aprendizaje de idiomas, educación tecnológica, machine learning, adquisición de idiomas, recuperación inteligente, sistemas expertos.

### **Abstract**

Language learning using machine learning (ML) has become significant, employing techniques and algorithms with the ability to solve text, audio and image translation. The objective of the research is to determine the worldwide advances in language learning using ML in order to support and encourage researchers to undertake further experimental research in this area. The amount of research on language learning and ML requires a systematic review of the literature, limiting the review years between 2016 and 2021. The sources consulted are: Taylor & Francis, IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, ProQuest, ARDI y ERIC. The studies initially found were 55237, after applying rigorous exclusion criteria 82 papers were obtained. The results of the review conclude that the most used technique for language learning using ML is support vector machine (SVM), followed by K-means (K-M) and the way the concepts have evolved tend to learning automation. The review gives us an approach to the trends in language learning with ML. In addition, the keywords that present more co-occurrence in the research are “machine learning”, “natural language processing” and “machine translation”.

**Keywords:** language learning process, technology education, machine learning, ML, language acquisition, intelligent retrieval, expert systems.

## **Introducción**

El aprendizaje de nuevos idiomas se considera un objetivo educativo esencial en términos de desarrollar la capacidad para comunicarse globalmente. HaCohen-Kerner y Hagege (2017) indican que el aprendizaje del idioma inglés es uno de los objetivos educativos necesarios a nivel personal, académico y ocupacional. Depende de los programas y métodos educativos que se centran en crear incentivos y actitudes positivas hacia el aprendizaje de idiomas y en el empleo de habilidades para la comunicación, la enseñanza y el aprendizaje. Ekanata y Budi (2018) destacaron la importancia de utilizar aplicaciones de inteligencia artificial (IA) para crear textos escritos, desarrollar las habilidades de los estudiantes para construir oraciones y redactar textos, y practicar la escritura y la lectura. En la misma línea, Joshi et al. (2017) agregó que el empleo de aplicaciones de IA ayuda a desarrollar las habilidades del idioma inglés y las habilidades de comunicación del idioma a través de cuadros de diálogo inteligentes.

Los procesadores de desarrollo del lenguaje se mejoran con una variedad de fuentes inteligentes, ventanas para diálogos y discusiones, herramientas inteligentes para la comunicación,

programas que generan textos para lectura y programas que extraen información de pasajes de lectura. Dichos accesorios desarrollan habilidades de comprensión.

Las revisiones sistemáticas resultan ser herramientas muy importantes para los investigadores. En Machine Learning (ML) para el aprendizaje de idiomas estas revisiones son escasas, no obstante, existen algunas revisiones que respaldan los hallazgos. Le Glaz *et al.* (2021) realiza una revisión sistemática en aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje en salud mental. Esta revisión aporta respecto a las técnicas más usadas para desarrollar ML, siendo éstas Support Vector Machine y Random Forest.

Aprender un nuevo idioma diferente al nativo resulta ser muy beneficioso, desde el poder comunicarse con personas de otros países, conocer otras culturas hasta mejorar las oportunidades laborales y salariales. Pero, se requieren herramientas que aporten al aprendizaje de forma sencilla y rápida, Lin (2020) concluye que el aprendizaje y la enseñanza de idiomas serán más adaptables y personalizados con la ayuda de ML. Hay un gran interés en el desarrollo de herramientas con ML para el aprendizaje de idiomas, sobre todo usando lenguajes de programación como Python, según lo afirmado por Innes (2020). Además, para Lee (2020) los resultados mostraron que el número de publicaciones en esta área ha aumentado en los últimos años y que la calidad de la Machine Translation ha mejorado significativamente. Por tanto, a la luz del trasfondo anterior, el objetivo de la revisión sistemática es examinar de forma rigurosa los estudios de ML y su impacto en el aprendizaje de idiomas.

### **Método de revisión**

El método de revisión sigue una secuencia de procedimientos: elaboración de preguntas de investigación, formulación de objetivos, establecimiento de fuentes y estrategias de búsqueda, los criterios de exclusión para filtrar los artículos, evaluación de calidad y finalmente la extracción y síntesis de los datos. Se tuvo en cuenta el artículo de Kitchenham y Charters (2007) para elaborar la revisión.

### **Problemas y objetivos de investigación**

Para lograr objetivo principal de la investigación que es la revisión del estado del arte sobre ML en el proceso de aprendizaje de idiomas, se formuló las preguntas de investigación (RQs) y sus respectivos objetivos que se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1***Preguntas y objetivos de la investigación*

<b>Pregunta de investigación</b>	<b>Objetivos</b>
RQ1: ¿Cuáles medios de publicación son los principales objetivos de la producción de investigaciones en el área?	Identificar los medios más utilizados para la publicación de los artículos sobre el proceso de aprendizaje de idiomas usan Machine Learning.
RQ2: ¿Cuántos estudios se publicaron en los últimos 6 años sobre el aprendizaje de idiomas usando Machine Learning?	Determinar los estudios que se publicaron en los últimos 6 años sobre el aprendizaje de idiomas usando Machine Learning.
RQ3: ¿Para el proceso de aprendizaje de idiomas cuáles son las técnicas de Machine Learning utilizadas?	Identificar las técnicas de Machine Learning utilizadas en el proceso de aprendizaje de idiomas.
RQ4: ¿Cuáles son los artículos más citados en el aprendizaje de idiomas mediante machine learning cuyas discusiones y conclusiones se caracterizan por su alta objetividad y baja polaridad?	Identificar los artículos más citados sobre machine learning en el aprendizaje de idiomas cuyas discusiones y conclusiones se caracterizan por su alta objetividad y baja polaridad.
RQ5: ¿Cuáles son las palabras clave que con frecuencia presentan coocurrencia en las investigaciones sobre el proceso de aprendizaje de idiomas utilizando Machine Learning?	Determinar las palabras clave que con frecuencia presentan coocurrencia en las investigaciones sobre el proceso de aprendizaje de idiomas utilizando Machine Learning.
RQ6: ¿Cuáles son los autores más productivos en las investigaciones sobre el aprendizaje de idiomas mediante Machine Learning?	Identificar los autores más resaltantes en las investigaciones sobre el aprendizaje de idiomas mediante Machine Learning.

**Fuentes de información y estrategias de búsqueda**

Las fuentes de datos que se usaron para la búsqueda de los artículos considerados en la investigación son: IEEE Xplore, ACM Digital Library, ScienceDirect, ProQuest, Taylor & Francis

Online, ARDI y ERIC. Se consideraron estas fuentes de información por la disponibilidad inmediata que se tuvo a ellas y además, porque proporcionaron de manera eficiente una gran cantidad de artículos relevantes para la investigación. Se empleó palabras clave para las estrategias de búsqueda en las fuentes de datos como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2***Descriptor de búsqueda y sus sinónimos*

<b>Descriptor</b>	
<b>Español</b>	<b>Inglés</b>
Aprendizaje automático / ML	Machine Learning /ML
Proceso de aprendizaje de idiomas / adquisición de idiomas	Language learning process / language acquisition
Método/ metodología/ modelos	Method/ methodology/ model

Las búsquedas en los repositorios se han llevado a cabo utilizando las ecuaciones de búsqueda, tal como se muestra en la Tabla 3.

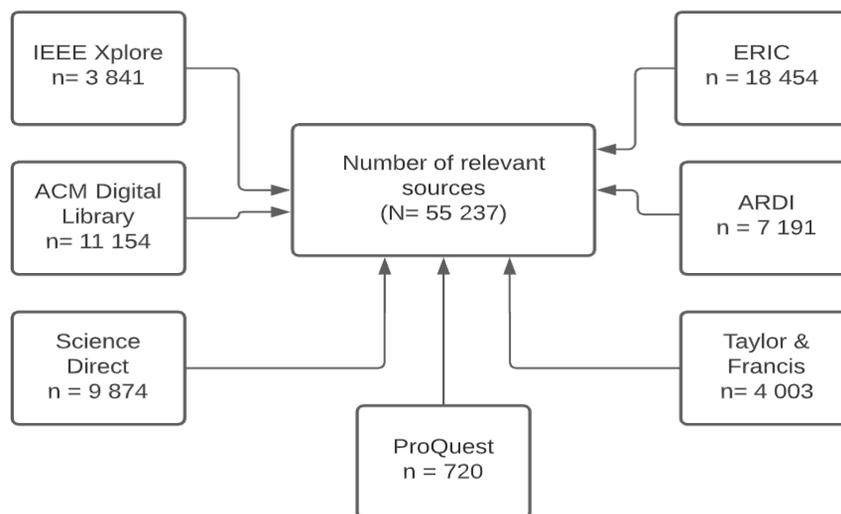
**Tabla 3***Fuentes de datos y ecuaciones de búsqueda*

<b>Fuente</b>	<b>Ecuación de búsqueda</b>
IEEE Xplore	("All Metadata": "Machine Learning") OR ("All Metadata": ML) AND ("All Metadata": "Language learning process") OR ("All Metadata": "language acquisition") AND ("All Metadata": Method OR "All Metadata": Methodology OR "All Metadata": Model)
ACM Digital Library	[[All: "machine learning"] OR [All: "ml"]] AND [[All: "language learning process"] OR [All: "language acquisition"]] AND [[All: method] OR [All: methodology] OR [All: model]]
ScienceDirect	("Machine learning" OR ML) AND (("language learning process" OR "language acquisition") AND (Method OR Methodology OR Model))
ProQuest	("Machine Learning" OR ML) AND (("language learning process" OR "language acquisition")) AND (Method OR Methodology OR Model)

Taylor & Francis Online	[All: "machine learning"] OR [All: ml] AND [All: "language learning process"] OR [All: "language acquisition"] AND [[All: method] OR [All: methodology] OR [All: model]]
ARDI	((("Machine Learning") OR ("ml"))) AND (("Language learning process") OR ("language acquisition")) AND ((Method OR Methodology OR Model))
ERIC	("Machine Learning" OR ML) AND ("Language learning process" OR "language acquisition") AND (method OR methodology OR model)

## Estudios identificados

En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos.



**Figura 1.** Resultados de artículos relevantes

## Criterios de exclusión

Los criterios de exclusión justifican que los artículos resultantes están alineados a los objetivos y propósitos de la investigación.

CE1. Los artículos tienen una antigüedad mayor a 6 años

CE2. Los artículos no están escritos en idioma inglés

CE3. Los artículos no se publicaron en conferencias o revistas revisadas por pares

CE4. Los títulos y los keywords de los artículos no son muy adecuados

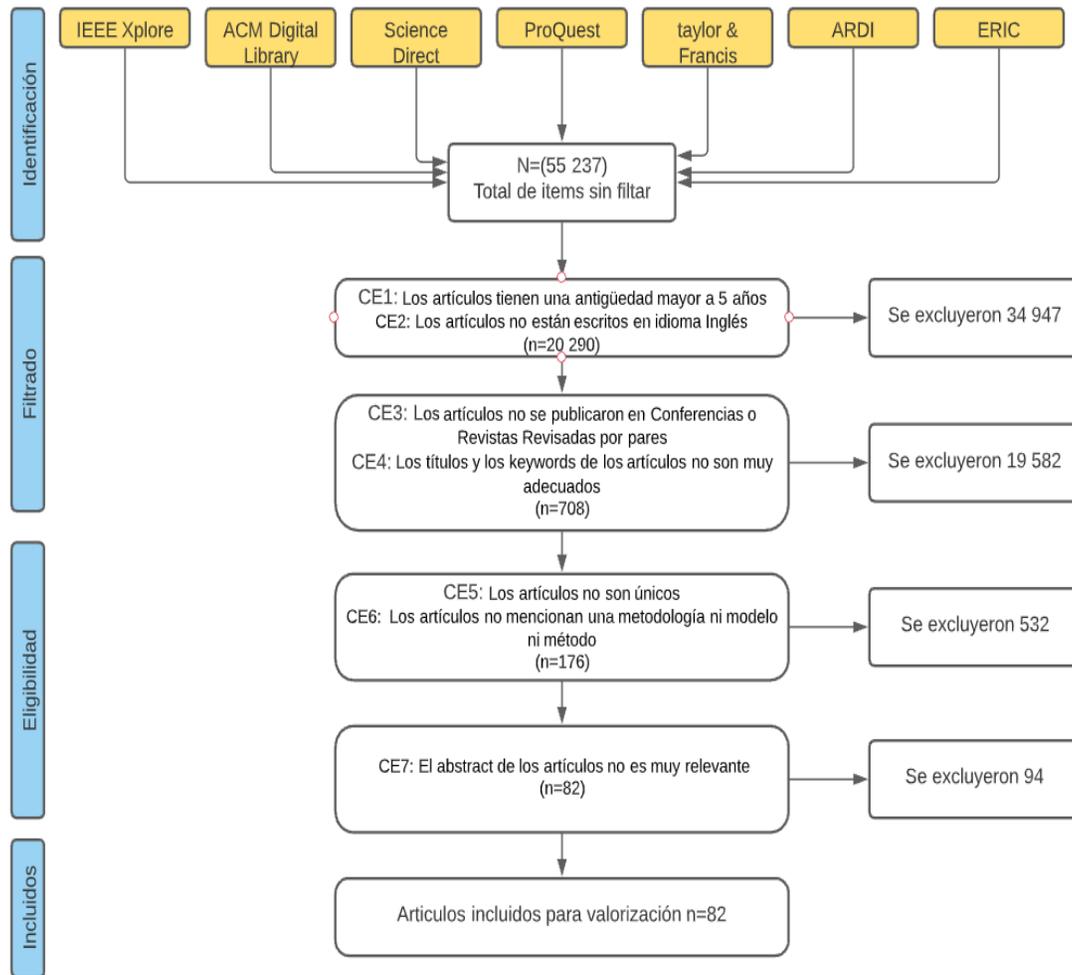
CE5. Los artículos no son únicos

CE6. Los artículos no mencionan una metodología ni modelo ni método

CE7. El abstract de los artículos no es muy relevante.

### Selección de estudios

Inicialmente se obtuvieron 55237 artículos con la búsqueda realizada usando las palabras clave. Se utilizaron algunos pasos para la selección y filtración de los artículos. El resultado de esta etapa es 82 artículos, conforme se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Selección de artículos con diagrama PRISMA

### Evaluación de la calidad

Se debe resaltar que los criterios de calidad (QA) seleccionados fueron convenientes para poder realizar una rigurosa revisión de los artículos para ver que cada uno cumpla con los puntos

requeridos; por lo tanto, la información de la investigación descrita en los artículos revisados será comprensible y se podrá confiar en los resultados.

QA1: ¿El artículo considera la investigación pura?

QA2: ¿Los instrumentos de recolección están referenciados?

QA3: ¿La metodología de la investigación está claramente explicada?

QA4: ¿Los hallazgos de la investigación están claramente explicados?

QA5: ¿El documento se encuentra bien organizado?

QA6: ¿La investigación considera filiaciones de renombre?

QA7: ¿Se considera útil el documento?

Los artículos han sido evaluados y cumplen con los criterios de calidad. Cabe resaltar que cada criterio de calidad ha sido redactado de acuerdo con los objetivos que se pretenden alcanzar con la revisión sistemática.

### **Estrategias de extracción de datos**

En congruencia con los objetivos de la investigación, se utilizó los artículos para responder a las preguntas de investigación. Por ello, se ha extraído información relevante de cada artículo referido a: ID de artículo, título de artículo, URL, fuente, año, país, número de páginas, idioma, tipo de publicación, nombre de publicación, autores, filiación, número de citas, resumen, palabras clave, tamaño de muestra. Para ello, se utilizó la herramienta Mendeley para la gestión de los artículos, como se muestra en la Figura 3.

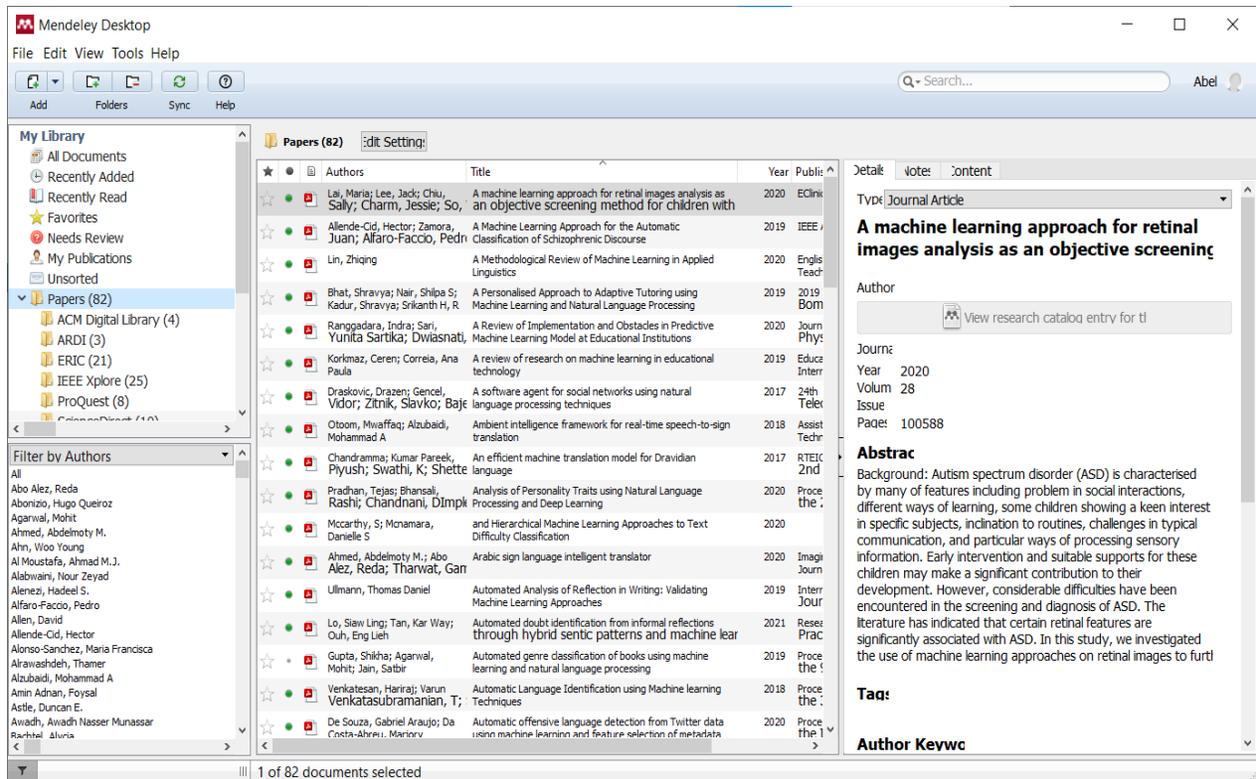


Figura 3. Reporte con Mendeley

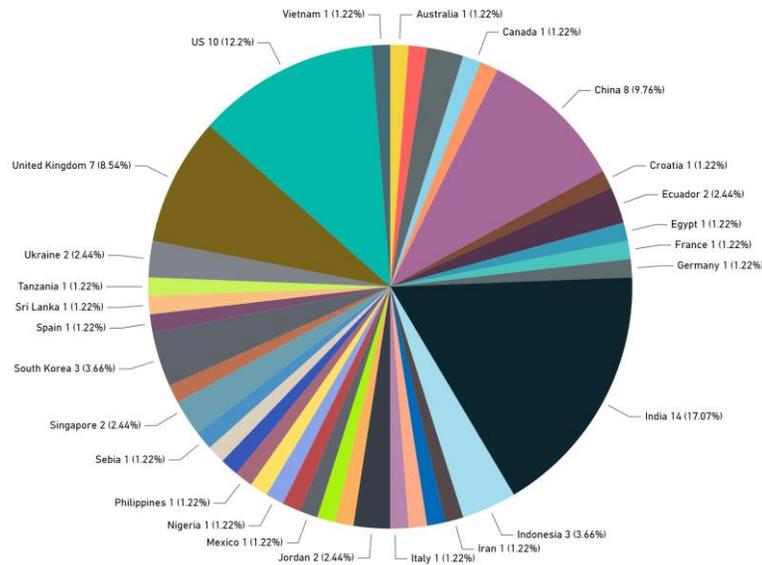
**Síntesis de hallazgos o síntesis de la data**

La información extraída con el objetivo de responder las preguntas de investigación RQ1-RQ6 se tabuló para obtener datos cuantitativos, estos datos se analizaron para responder las preguntas; además, de describir algunas tendencias en el campo del aprendizaje de idiomas usando ML.

**Resultados**

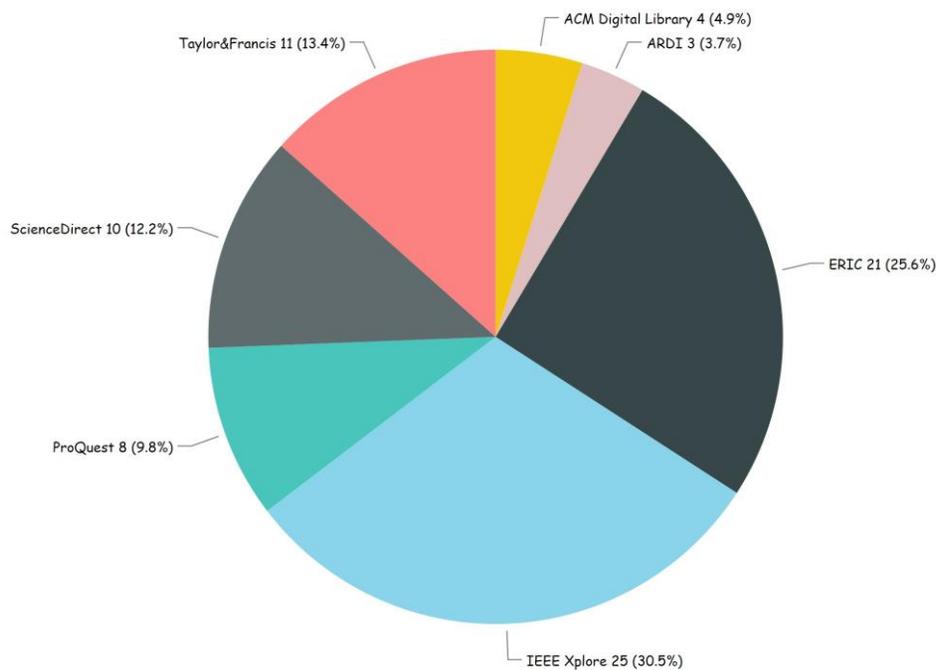
**Descripción general de los estudios**

Según los autores Kitchenham y Charters (2007), la cantidad de artículos es un indicador muy importante el cual permite determinar el avance de una determinada área de investigación. La revisión sistemática se realizó en base a 82 artículos, considerando estudios de los últimos 6 años (2016-2021), los cuales han sido revisados minuciosamente para el análisis y extracción de datos. En la Figura 4 se muestran los países con mayor número de investigaciones, donde India lidera con 17.07%, US 12.2% y China con 9.96% Estos datos nos permiten conocer lo relevante que resultan ser las investigaciones para estos países.



**Figura 4.** Artículos por país

En la Figura 5 se muestran el porcentaje de artículos por fuente, IEEE Xplore lidera con 30.5% seguido de ERIC con 25.6%, estas fuentes son las más relevantes con artículos relacionados al aprendizaje de idiomas usando ML.



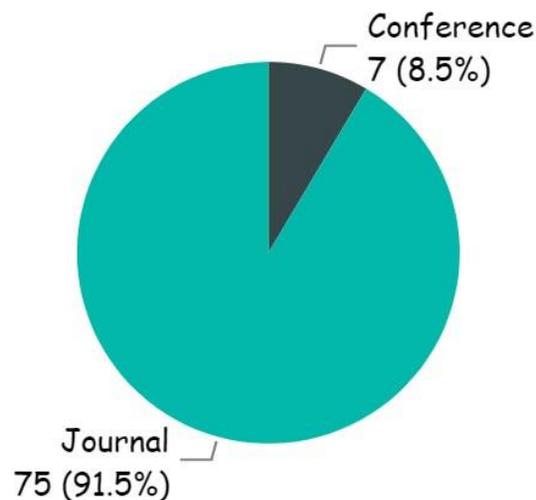
**Figura 5.** Número de artículos por fuente

### Respuestas a las preguntas de investigación

A continuación, se muestran los resultados como respuestas a cada una de las preguntas formuladas (RQ). Además, se presentan sus correspondientes discusiones, es decir, se contrastan e interpretan los resultados.

#### *RQ1. ¿Cuáles medios de publicación son los principales objetivos de la producción de investigaciones en el área?*

Respecto a la cantidad de artículos que se muestra en la Figura 6, el 91.5% corresponde a revistas y solo el 8.5% de producción científica corresponde a conferencias.

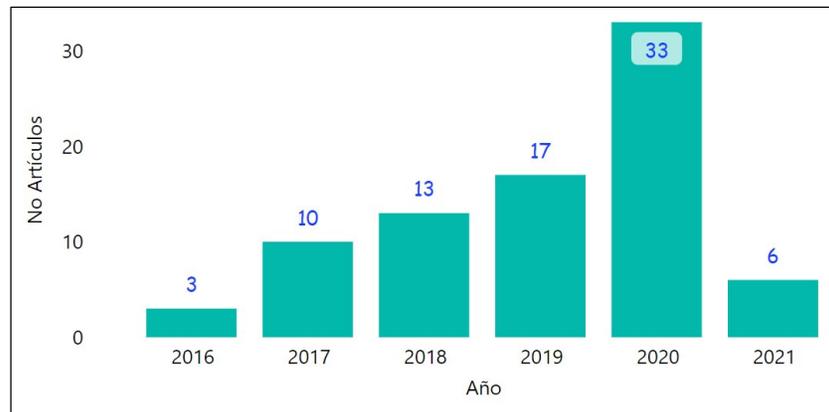


**Figura 6.** Medios de publicación

En ML, para el proceso de aprendizaje de idiomas la mayor producción de artículos de investigación se atribuye a revistas. Se sabe que las revistas académicas representan un riguroso proceso de revisión para su publicación, siendo estas la mayor fuente de consulta para futuras investigaciones y desarrollo de herramientas como ML para el aprendizaje de idiomas.

#### *RQ2. ¿Cuántos estudios se publicaron en los últimos 6 años sobre el aprendizaje de idiomas usando ML?*

La Figura 7 muestra la distribución de las investigaciones y el crecimiento del aprendizaje de idiomas en los últimos años usando ML. En el año 2020 hay mayor cantidad de investigaciones (33).



**Figura 7.** Artículos por año

El 40% de artículos de investigación son del 2020, la Figura 6 revela el creciente interés de los investigadores en el aprendizaje de idiomas mediante ML, las investigaciones contribuirán al progreso imperante de nuevas herramientas y corpus que puedan coadyuvar no solamente al aprendizaje de nuevos idiomas, también a la conservación de idiomas nativos que pueden preservarse gracias al uso de la tecnología.

***RQ3. ¿Para el proceso de aprendizaje de idiomas cuáles son las técnicas de ML utilizadas?***

La técnica más utilizada para el aprendizaje de idiomas mediante ML es Support Vector Machine (SVM) con 46%, seguido de Random Forest (RF) con 28% y la forma en que han evolucionado los conceptos tienden a la automatización del aprendizaje. En la Tabla 4 se muestran las técnicas de ML.

**Tabla 4**  
*Técnicas de Machine Learning*

<b>Algoritmos</b>	<b>Referencia</b>	<b>Cant. (%)</b>
Support Vector Machine (SVM)	Le Glaz et al. (2021), Paul et al. (2019), Berdanier et al. (2019), Smith et al. (2020), Bhat et al. (2019), Berru-Novoa et al. (2018), Korkmaz y Correia (2019), Chandramma et al. (2017), Ko y Leu (2021), Lu et al. (2020), Kurian et al. (2020), Deshmukh y Kiwelekar (2020), Hunt et al. (2019), Boltužić y Šnajder (2020), Leon-Paredes et al. (2019), De Souza y Da Costa-Abreu (2020), Allende-Cid et al. (2019), Abonizio et al. (2020), Ranggadara et al. (2020), Spicer y Sanborn (2019), Shanmugalingam y Sumathipala (2019), Lai et al. (2020), Elsaid Moussa et al. (2021), Dwivedi et al. (2020), Wang et al. (2021), Baeza-Yates y Liaghat (2017), Gupta et al. (2019), Smitha y Bharath (2020), Pradhan et al. (2020), Ullmann (2019), Venkatesan et al. (2018), HaCohen-Kerner y Hagege (2017), Qin (2019), Ni et al. (2020), Ekanata y Budi (2018), Kang et al. (2020), Lin (2020)	38 (46)
K-Means (K-M)	Le Glaz et al. (2021), Ko y Leu (2021), Lu et al. (2020), (Joshi et al. (2017), Spicer y Sanborn (2019), Rennie et al. (2020), Elsaid Moussa et al. (2021), Qin (2019)	08 (10)
Multilayer Perceptron (MP)	Berru-Novoa et al. (2018), Ko y Leu (2021), Lu et al. (2020), Deshmukh y Kiwelekar (2020)	04 (5)
Random Forest (RF)	Le Glaz et al. (2021), A. Lu (2020), Smith et al. (2020), Berru-Novoa et al. (2018), Korkmaz y Correia (2019), Ko y Leu (2021), Lu et al. (2020), Kurian et al. (2020), Deshmukh y Kiwelekar (2020), De Souza y Da Costa-Abreu (2020), Allende-Cid et al. (2019), Abonizio et al. (2020), Lavrov y Domashova (2020), Shanmugalingam y	23 (28)

	Sumathipala (2019), Mccarthy y Mcnamara (2020), Baeza-Yates y Liaghat (2017), Smitha y Bharath (2020), Pradhan et al. (2020), Ullmann (2019), HaCohen-Kerner y Hagege (2017), Hamid et al. (2016), Ni et al. (2020), Lin (2020)	
K-nearest neighbor (KNN)	Smith et al. (2020), Berru-Novoa et al. (2018), Ko y Leu (2021), Lu et al. (2020), Kurian et al. (2020), Abonizio et al. (2020), Dutta y Sunny (2021), Rosero-Montalvo et al. (2018)	08 (10)
Naive Bayes	Paul et al. (2019), Smith et al. (2020), Ko y Leu (2021), Deshmukh y Kiwelekar (2020), Leon-Paredes et al. (2019), De Souza y Da Costa-Abreu (2020), Allende-Cid et al. (2019), Shanmugalingam y Sumathipala (2019), Elsaid Moussa et al. (2021), Pradhan et al. (2020), Kang et al. (2020)	11 (13)

---

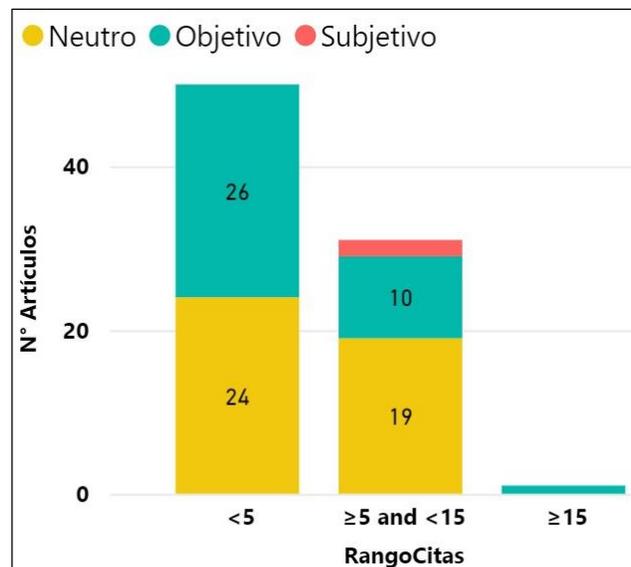
Support Vector Machine resulta ser la técnica que genera mayor impacto y efectividad cuando se desarrollan herramientas con ML para el aprendizaje de idiomas, seguido por Random Forest, en español “Bosques aleatorios” el cual combina árboles predictores, corren de forma eficiente grandes cantidades de datos y manejan cientos de datos de entrada sin tener que excluir ninguno.

***RQ4. ¿Cuáles son los artículos más citados en el aprendizaje de idiomas mediante ML cuyas discusiones y conclusiones se caracterizan por su alta objetividad y baja polaridad?***

La Figura 8 muestra la polaridad y objetividad de las discusiones y conclusiones de los artículos; se nota que el artículo más citado es muy objetivo y tiene una baja polaridad. El resto de los artículos tiene un comportamiento similar en cuanto a su polaridad; sin embargo, gran parte de los artículos resultan ser subjetivos como se observa en la tabla 5.

**Tabla 5***Polaridad y objetividad de las discusiones y conclusiones y total citas para los artículos*

Título Artículo	NoCitas	Objetividad	Polaridad	Año	Fuente
[5] Evaluating the use of machin	24	0.70	-0.02	2017	Taylor&Francis
[36] What does the mind learn? A	14	0.69	0.05	2019	ScienceDirect
[22] Deep Learning Techniques fo	12	0.57	0.06	2020	IEEE Xplore
[67] Automated Doubt Identificat	12	0.61	0.15	2021	ERIC
[73] Feature extraction and anal	12	0.42	-0.08	2020	IEEE Xplore
[11] Global and Individual Treat	11	0.58	0.17	2020	ERIC
[78] Machine Learning Based Taxo	11	0.45	-0.22	2019	ERIC
[6] Exploring the use of online	10	0.42	-0.06	2020	ProQuest
[9] Challenges of Translating Ne	9	0.48	-0.06	2020	ERIC
[35] A Review of Implementation	9	0.77	-0.04	2020	ARDI
[57] Comparative analysis of ima	9	0.57	0.17	2020	ScienceDirect
[70] Automated Analysis of Refle	9	0.50	0.07	2019	ERIC
[12] A Personalised Approach to	8	0.63	0.43	2019	IEEE Xplore

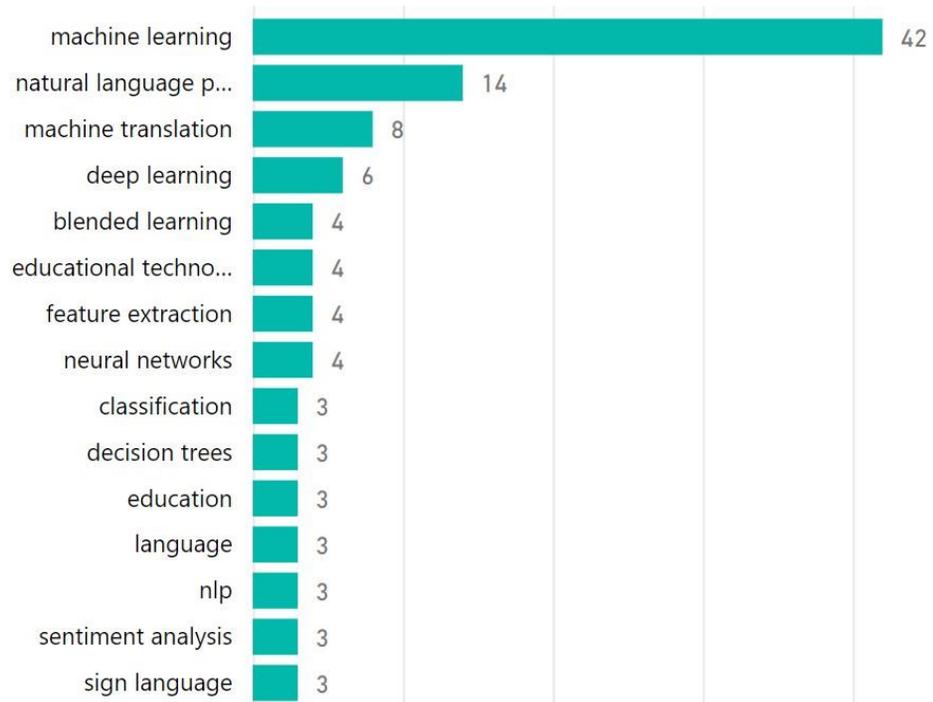


**Figura 8.** Artículos más citados por su objetividad y polaridad de sus discusiones y conclusiones

En la figura 7 se tiene 26 artículos, cuyas conclusiones y discusiones son muy objetivas pero son poco citados; también se tiene un artículo que es muy objetivo y un número de citas mayor a 15. Además, se tiene 2 artículos que están entre 5 y 15 citas, pero son muy subjetivos. Resulta que los artículos más citados son objetivos, nótese que la mayoría de las investigaciones guardan esta relación con la polaridad que resulta ser negativa, ya que el lenguaje que usan los investigadores es neutral, además los artículos se fundamentan en hechos.

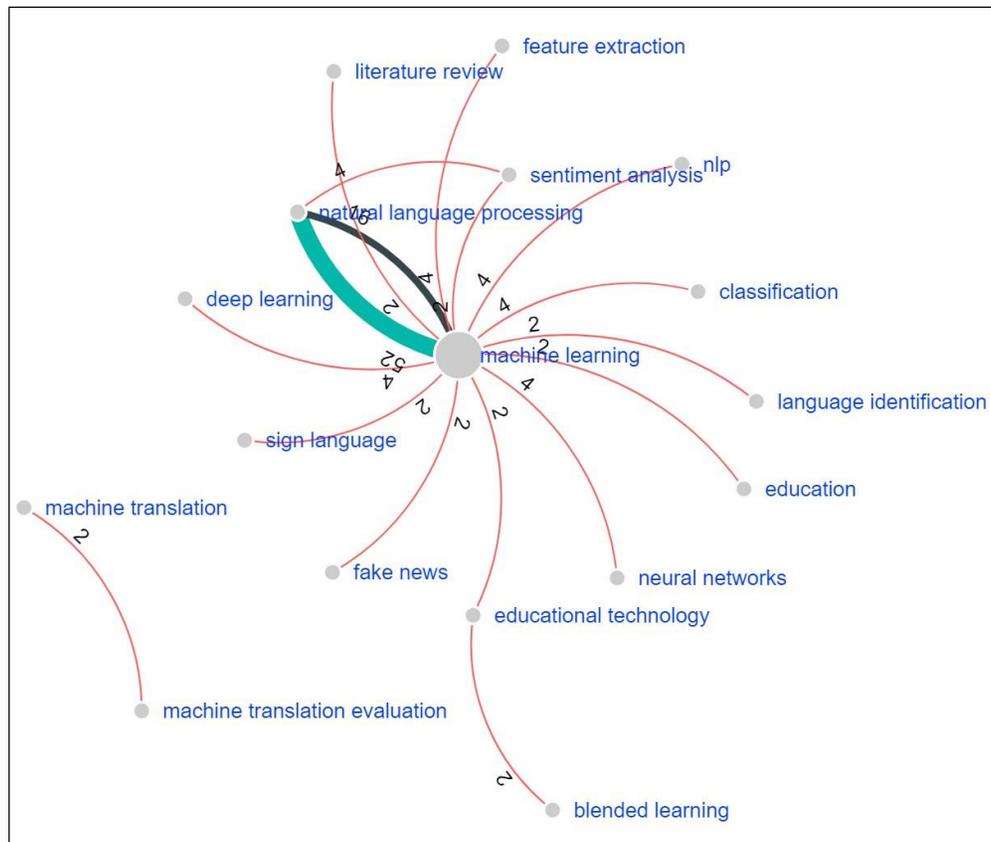
***RQ5. ¿Cuáles son las palabras clave que con frecuencia presentan coocurrencia en las investigaciones sobre el proceso de aprendizaje de idiomas utilizando ML?***

En la Figura 9, se muestran las palabras clave más concurrentes en las investigaciones, “machine learning” es la palabra clave más utilizada, seguido de “natural language processing” y “machine translation”.



**Figura 9.** Palabras clave recurrentes.

La red bibliométrica de la Figura 10 muestra que la palabra clave que más colabora con las restantes es “machine learning” seguida de “natural language processing”.



**Figura 10.** Red bibliométrica de palabras clave

Para ello se ha usado el Asistente de Investigación RAj (Research Assistant j) basado en inteligencia artificial y ciencia de datos para elaborar y analizar las redes de coocurrencia, que muestra cómo las palabras clave se relacionan con otras en un tema de investigación dado. La red muestra el mapa de coocurrencias entre las palabras clave, este mapa es una red de colaboración que visualiza las 17 palabras clave que coocurren entre el 2017 y 2021. “machine learning” coocurre con 14 palabras clave; 52 veces con “natural language processing”, 4 veces con “classification”, entre otros, y a su vez recibe colaboración de todas ellas. La segunda palabra clave que más coocurre es “natural language processing” con 3 palabras clave.

Se evidencia que “machine translation” y “machine translation evaluation” no se relacionan con otras palabras clave y que algunas palabras clave como “sentiment analysis” y “educational technology” empiezan a coocurrir más y ser relevantes. Asimismo, la coocurrencia nos explica que las investigaciones han seleccionado sus variables rigurosamente enfocándose en las variables independientes y variables dependientes.

***RQ6. ¿Cuáles son los autores más productivos en las investigaciones sobre el aprendizaje de idiomas mediante ML?***

Los autores más productivos en el aprendizaje de idiomas mediante ML son Ana Niño, Danielle S. McNamara, Fereshteh Sattari, Lianne Lefsrud y Renue Balyan con 2 artículos respectivamente. Estos autores han publicado en revistas como: ScienceDirect, ProQuest, Taylor&Francis, ERIC, etc. (Ver Tabla 6)

**Tabla 6**  
*Autores más productivos por fuente*

<b>Autor</b>	<b>ACM Digital Library</b>	<b>ARDI</b>	<b>ERIC</b>	<b>IEEE Xplore</b>	<b>ProQuest</b>	<b>Science Direct</b>	<b>Taylor &amp; Francis</b>	<b>Total</b>
Ana Niño					1		1	2
Danielle S. McNamara			1			1		2
Fereshteh Sattari						2		2
Lianne Lefsrud						2		2
Renu Balyan			1			1		2
A. Le Glaz		1						1
A. Litvinchuk					1			1
A. Muhammad					1			1
Abdelmoty M. Ahmed							1	1
Abhilasha Mangal				1				1
Adam Hendra Brata					1			1
Ahmad M.J. Al Moustafa							1	1
Aiwu Lu						1		1
Ajai Kumar				1				1
Alexander Osborn						1		1
Alexis Sanchez				1				1

Los autores mostrados en la Tabla 6 suelen aparecer de forma recurrente en las diferentes fuentes de datos en por lo menos 2 artículos relacionados al aprendizaje de idiomas mediante ML.

### **Discusión**

Para seleccionar las revistas, y sus correspondientes artículos, se usó el Factor de Impacto (FI), el cual es un indicador de aceptación mundial (Aleixandre-Benavent et al., 2007). Según el FI las revistas se clasifican en categorías temáticas, ubicándose de esta manera, la revista en el rango de los cuartiles Q1- Q4.

Respecto al aprendizaje de idiomas usando ML, se ha encontrado similitudes considerables con diversas investigaciones en relación con los temas tratados. A continuación, se destacan las contribuciones más importantes de la investigación. Se han agrupado de acuerdo con los RQs formulados. Como consecuencia de la revisión de los 82 artículos se ha logrado la identificación de los medios más utilizados para la publicación de los artículos, y los estudios que se publicaron en los últimos 6 años sobre el proceso de aprendizaje de idiomas usando ML. La mayoría de los artículos seleccionados se publicaron en revistas indexadas y pocas se han publicado en Congresos. La mayoría de las revistas se encuentran en el cuartil dos (Q2).

De acuerdo a Lee (2020) los resultados mostraron que el número de publicaciones en esta área ha aumentado en los últimos años y que la calidad de los artículos en ML ha mejorado significativamente. Se percibe un constante crecimiento en el número de publicaciones, a excepción del último año. Se corrobora, por tanto, que los artículos con muchas citas se caracterizan por tener sus discusiones y conclusiones redactados de manera objetiva. Por otro lado, los artículos con bajas citas tienen aproximadamente la mitad de sus discusiones y conclusiones redactados de manera objetiva y la otra mitad redactados de manera subjetiva, además este tipo de artículos son la mayoría, 50 en total.

Por su parte, Le Glaz et al. (2021) destaca que SVM y RF son las técnicas más usadas gracias a los sólidos y rápidos clasificadores heredados con pequeños conjuntos de parámetros y buenas prestaciones. Para Portugal et al. (2018) SVM también destaca como técnica para el desarrollo de ML. Como resultado de la revisión de los 82 artículos se ha logrado la identificación de las técnicas de ML utilizadas, los artículos más citados, las keywords que con frecuencia presentan coocurrencia, y los autores más resaltantes en las investigaciones sobre el proceso de aprendizaje de idiomas utilizando ML. Es pertinente señalar que en un artículo en particular puede reportar a varios autores, en función de la institución a la que pertenece cada investigador.

### **Conclusiones**

Luego de la revisión sistemática de la literatura sobre ML y su impacto en el aprendizaje de idiomas se revisaron 82 artículos que fueron seleccionados de repositorios especializados luego de aplicar criterios de selección, estos artículos contribuyeron a la resolución de las 6 preguntas de investigación planteadas. En los hallazgos se evidencia importantes resultados. Al responder la RQ1 el medio de mayor publicación son las revistas (91.5%), para la RQ2 se nota que los años 2019 y 2020 tienen mayor producción de artículos, en la RQ3 se muestra que la técnica de ML más

utilizada es Support Vector Machine (SVM) con 38% seguido de Random Forest (RF) con 28%, en la RQ4 los dos artículos más citados tienen una alta objetividad y baja polaridad, para la RQ5 muestra que los keyword más utilizados son “machine learning”, “natural language processing” y “machine translation” y la RQ6 reporta que los autores más productivos son Ana Niño, Danielle S. McNamara, Fereshteh Sattari, Lianne Lefsrud y Renue Balyan.

Es oportuno enfatizar, por último, que con esta investigación se abren nuevas oportunidades para continuar con más trabajos sobre el aprendizaje de idiomas usando ML en distintos países y áreas del conocimiento. Es una importante oportunidad para profundizar las bases de conocimiento en los países, instituciones y en la academia. Además para generar redes de colaboración académica, y así orientar las nuevas investigaciones experimentales. Por ello, se recomienda a los futuros investigadores profundizar en investigaciones con contenido de redes bibliométricas, e incluir estudios publicados en otros idiomas.

## Referencias

- Abonizio, H. Q., de Morais, J. I., Tavares, G. M., & Junior, S. B. (2020). Language-independent fake news detection: English, Portuguese, and Spanish mutual features. *Future Internet*, 12(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/FI12050087>
- Alexandre-Benavent, R., Valderrama Zurián, J., & González, G. (2007). El factor de impacto de las revistas científicas: limitaciones e indicadores alternativos. *Prof. Inf*, 16, 4–11
- Allende-Cid, H., Zamora, J., Alfaro-Faccio, P., & Alonso-Sanchez, M. F. (2019). A Machine Learning Approach for the Automatic Classification of Schizophrenic Discourse. *IEEE Access*, 7 (c), 45544–45553. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2908620>
- Baeza-Yates, R., & Liaghat, Z. (2017). Quality-efficiency trade-offs in machine learning for text processing. Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2017, 2018-January, 897–904. <https://doi.org/10.1109/BigData.2017.8258006>
- Berdanier, C. G. P., Baker, E., Wang, W., & McComb, C. (2019). Opportunities for natural language processing in qualitative engineering education research: Two examples. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2018-October, 1–6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2018.8658747>
- Berru-Novoa, B., Gonzalez-Valenzuela, R., & Shiguihara-Juarez, P. (2018). Peruvian sign language recognition using low resolution cameras. Proceedings of the 2018 IEEE 25th

- International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing, INTERCON 2018. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2018.8526408>
- Bhat, S., Nair, S. S., Kadur, S., & Srikanth H, R. (2019). A Personalised Approach to Adaptive Tutoring using Machine Learning and Natural Language Processing. 2019 IEEE Bombay Section Signature Conference, IBSSC 2019. <https://doi.org/10.1109/IBSSC47189.2019.8973062>
- Boltužić, F., & Šnajder, J. (2020). Structured prediction models for argumentative claim parsing from text. *Automatika*, 61 (3), 361–370. <https://doi.org/10.1080/00051144.2020.1761101>
- Chandramma, Kumar Pareek, P., Swathi, K., & Shetteppanavar, P. (2017). An efficient machine translation model for Dravidian language. RTEICT 2017 - 2nd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information and Communication Technology, Proceedings, 2018. <https://doi.org/10.1109/RTEICT.2017.8256970>
- De Souza, G. A., & Da Costa-Abreu, M. (2020). Automatic offensive language detection from Twitter data using machine learning and feature selection of metadata. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*. <https://doi.org/10.1109/IJCNN48605.2020.9207652>
- Deshmukh, R. D., & Kiwelekar, A. (2020). Deep Learning Techniques for Part of Speech Tagging by Natural Language Processing. 2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications, ICIMIA 2020 - Conference Proceedings, Icimia, 76–81. <https://doi.org/10.1109/ICIMIA48430.2020.9074941>
- Dutta, K. K., & Sunny, B. (2021). Machine Learning Techniques for Indian Sign Language Recognition. *Macromolecular Symposia*, 397 (1), 333–336. <https://doi.org/10.1002/masy.202000241>
- Dwivedi, P., Shraddha, C., Mathews, S., Majumder, S., Madhumathi, R., & Vasundhara, M. R. (2020). Predicting Language Endangerment: A Machine Learning Approach. 2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2020. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT49239.2020.9225576>
- Ekanata, Y., & Budi, I. (2018). Mobile application review classification for the Indonesian language using machine learning approach. 2018 4th International Conference on Computer and Technology Applications, ICCTA 2018, 117–121. <https://doi.org/10.1109/CATA.2018.8398667>

- Elsaid-Moussa, M., Hussein-Mohamed, E., & Hassan-Haggag, M. (2021). Opinion mining: a hybrid framework based on lexicon and machine learning approaches. *International Journal of Computers and Applications*, 43 (8), 786–794.  
<https://doi.org/10.1080/1206212X.2019.1615250>
- Gupta, S., Agarwal, M., & Jain, S. (2019). Automated genre classification of books using machine learning and natural language processing. Proceedings of the 9th International Conference On Cloud Computing, Data Science and Engineering, Confluence 2019, 269–272. <https://doi.org/10.1109/CONFLUENCE.2019.8776935>
- HaCohen-Kerner, Y., & Hagege, R. (2017). Language and gender classification of speech files using supervised machine learning methods. *Cybernetics and Systems*, 48 (6–7), 510–535.  
<https://doi.org/10.1080/01969722.2017.1383654>
- Hamid, Y., Sugumaran, M., & Journaux, L. (2016). Machine learning techniques for intrusion detection: A comparative analysis. *ACM International Conference Proceeding Series*, 25-26-Aug, 0–5. <https://doi.org/10.1145/2980258.2980378>
- Hunt, E., Janamsetty, R., Kinares, C., Koh, C., Sanchez, A., Zhan, F., Ozdemir, M., Waseem, S., Yolcu, O., Dahal, B., Zhan, J., Gewali, L., & Oh, P. (2019). Machine learning models for paraphrase identification and its applications on plagiarism detection. Proceedings - 10th IEEE International Conference on Big Knowledge, ICBK 2019, 97–104.  
<https://doi.org/10.1109/ICBK.2019.00021>
- Innes. (2020). On Machine Learning and Programming Languages 06. December, 2–5.  
<https://mlsys.org/Conferences/doc/2018/37.pdf>
- Joshi, J., Polepally, S., Kumar, P., Samineni, R., Rahul, S. R., Sumedh, K., Tej, D. G. K., & Rajapriya, V. (2017). Machine learning based cloud integrated farming. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1–6.  
<https://doi.org/10.1145/3036290.3036297>
- Kang, Y., Cai, Z., Tan, C. W., Huang, Q., & Liu, H. (2020). Natural language processing (NLP) in management research: A literature review. *Journal of Management Analytics*, 7 (2), 139–172. <https://doi.org/10.1080/23270012.2020.1756939>
- Kitchenham, B. A., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering: EBSE Technical Report EBSE-2007-01*. School of Computer Science and Mathematics, Keele University. January, 1–57.

- Ko, C. Y., & Leu, F. Y. (2021). Examining Successful Attributes for Undergraduate Students by Applying Machine Learning Techniques. *IEEE Transactions on Education*, 64(1), 50–57. <https://doi.org/10.1109/TE.2020.3004596>
- Korkmaz, C., & Correia, A. P. (2019). A review of research on machine learning in educational technology, *Educational Media International*, 56 (3), 250–267. <https://doi.org/10.1080/09523987.2019.1669875>
- Kurian, D., Sattari, F., Lefsrud, L., & Ma, Y. (2020). Using machine learning and keyword analysis to analyze incidents and reduce risk in oil sands operations. *Safety Science*, 130 (6), 104873. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104873>
- Lai, M., Lee, J., Chiu, S., Charm, J., So, W. Y., Yuen, F. P., Kwok, C., Tsoi, J., Lin, Y., & Zee, B. (2020). A machine learning approach for retinal images analysis as an objective screening method for children with autism spectrum disorder. *EClinicalMedicine*, 28, 100588. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100588>
- Lavrov, I., & Domashova, J. (2020). Constructor of compositions of machine learning models for solving classification problems. *Procedia Computer Science*, 169 (2019), 780–786. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.165>
- Le Glaz, A., Haralambous, Y., Kim-Dufor, D.-H., Lenca, P., Billot, R., Ryan, T. C., Marsh, J., DeVylder, J., Walter, M., Berrouguet, S., & Lemey, C. (2021). Machine Learning and Natural Language Processing in Mental Health: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 23 (5), e15708. <https://doi.org/10.2196/15708>
- Lee, S. M. (2020). The impact of using machine translation on EFL students' writing. *Computer Assisted Language Learning*, 33(3), 157–175. <https://doi.org/10.1080/09588221.2018.1553186>
- Leon-Paredes, G. A., Palomeque-Leon, W. F., Gallegos-Segovia, P. L., Vintimilla-Tapia, P. E., Bravo-Torres, J. F., Barbosa-Santillan, L. I., & Paredes-Pinos, M. M. (2019). Presumptive Detection of Cyberbullying on Twitter through Natural Language Processing and Machine Learning in the Spanish Language. *IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies, CHILECON 2019*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/CHILECON47746.2019.8987684>
- Lin, Z. (2020). A Methodological Review of Machine Learning in Applied Linguistics. *English Language Teaching*, 14 (1), 74. <https://doi.org/10.5539/elt.v14n1p74>

- Lu, A. (2020). English vocabulary retrieval and recognition based on FPGA and machine learning. *Microprocessors and Microsystems*, November, 103422.  
<https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103422>
- Lu, D. N., Le, H. Q., & Vu, T. H. (2020). The factors affecting acceptance of e-learning: A machine learning algorithm approach, *Education Sciences*, 10 (10), 1–13.  
<https://doi.org/10.3390/educsci10100270>
- McCarthy, S., & McNamara, D. S. (2020). *Hierarchical Machine Learning Approaches to Text Difficulty Classification*.
- Ni, Y., Barzman, D., Bachtel, A., Griffey, M., Osborn, A., & Sorter, M. (2020). Finding warning markers: Leveraging natural language processing and machine learning technologies to detect risk of school violence. *International Journal of Medical Informatics*, 139 (3).  
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104137>
- Paul, A., Latif, A. H., Adnan, F. A., & Rahman, R. M. (2019). Focused domain contextual ai chatbot framework for resource poor languages. *Journal of Information and Telecommunication*, 3 (2), 248–269. <https://doi.org/10.1080/24751839.2018.1558378>
- Portugal, I., Alencar, P., & Cowan, D. (2018). The use of machine learning algorithms in recommender systems: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 97, 205–227. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.12.020>
- Pradhan, T., Bhansali, R., Chandnani, Di., & Pangaonkar, A. (2020). Analysis of Personality Traits using Natural Language Processing and Deep Learning. Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2020, 457–461. <https://doi.org/10.1109/ICIRCA48905.2020.9183090>
- Qin, Y. (2019). Machine learning based taxonomy and analysis of English learners' translation errors. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching*, 9 (3), 68–83. <https://doi.org/10.4018/IJCALLT.2019070105>
- Rangadara, I., Sari, Y. S., Dwiasnati, S., Prihandi, I., & Sfenrianto. (2020). A Review of Implementation and Obstacles in Predictive Machine Learning Model at Educational Institutions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477 (3).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/3/032019>
- Rennie, J. P., Zhang, M., Hawkins, E., Bathelt, J., & Astle, D. E. (2020). Mapping differential responses to cognitive training using machine learning. *Developmental Science*, 23 (4), 1–

15. <https://doi.org/10.1111/desc.12868>
- Rosero-Montalvo, P. D., Godoy-Trujillo, P., Flores-Bosmediano, E., Carrascal-Garcia, J., Otero-Potosi, S., Benitez-Pereira, H., & Peluffo-Ordonez, D. H. (2018). Sign Language Recognition Based on Intelligent Glove Using Machine Learning Techniques. 2018 IEEE 3rd Ecuador Technical Chapters Meeting, ETCM 2018, 5–9.  
<https://doi.org/10.1109/ETCM.2018.8580268>
- Shanmugalingam, K., & Sumathipala, S. (2019). Language identification at word level in Sinhala-English code-mixed social media text. Proceedings - IEEE International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering, SCSE 2019, 113–118.  
<https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842795>
- Smith, B. I., Chimedza, C., & Bührmann, J. H. (2020). Global and Individual Treatment Effects Using Machine Learning Methods. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 30 (3), 431–458. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00203-5>
- Smitha, N., & Bharath, R. (2020). Performance Comparison of Machine Learning Classifiers for Fake News Detection. Proceedings of the 2nd International Conference on Inventive Research in Computing Applications, ICIRCA 2020, 696–700.  
<https://doi.org/10.1109/ICIRCA48905.2020.9183072>
- Spicer, J., & Sanborn, A. N. (2019). What does the mind learn? A comparison of human and machine learning representations. *Current Opinion in Neurobiology*, 55, 97–102.  
<https://doi.org/10.1016/j.conb.2019.02.004>
- Ullmann, T. D. (2019). Automated Analysis of Reflection in Writing: Validating Machine Learning Approaches. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29 (2), 217–257. <https://doi.org/10.1007/s40593-019-00174-2>
- Venkatesan, H., Varun Venkatasubramanian, T., & Sangeetha, J. (2018). Automatic Language Identification using Machine learning Techniques. Proceedings of the 3rd International Conference on Communication and Electronics Systems, ICCES 2018, Icces, 583–588.  
<https://doi.org/10.1109/CESYS.2018.8724070>
- Wang, P., Fan, E., & Wang, P. (2021). Comparative analysis of image classification algorithms based on traditional machine learning and deep learning. *Pattern Recognition Letters*, 141, 61–67. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.07.042>