





# ***SCIRE***

Representación y organización del conocimiento



# SCIRE

Representación y organización del conocimiento

Vol. 30, n.º 1/2, enero-diciembre 2025

ISSN 1135-3716

ISSN (e) 2340-7042

Scire:  
knowledge representation and organization  
Vol. 30, n. 1/2, January-December 2025

Ibersid:  
Red de Investigación  
en Sistemas de Información  
y Documentación

© 2025 Los autores y autoras conservan sus derechos de autor, aunque ceden a la revista de forma no exclusiva los derechos de explotación (reproducción, distribución, comunicación pública y transformación) y garantizan a esta el derecho de primera publicación de su trabajo, el cual estará simultáneamente sujeto a la licencia CC BY-NC-ND. Los autores aceptan la responsabilidad legal de cumplir plenamente con los códigos éticos y leyes apropiadas, y de obtener todos los permisos de derecho de autor debidos. Se permite y se anima a los autores y autoras a difundir electrónicamente la versión editorial (versión publicada por la editorial) en la página web personal del autor y en el repositorio de la institución a la que pertenece.

ISSN: 1135-3716 = Scire (Zaragoza)

ISSN (e): 2340-7042

Depósito legal: Z. 1.790 — 1995

Edita: Ibersid® con la colaboración de Prensas de la Universidad de Zaragoza

Imprime:

Servicio de Publicaciones. Universidad de Zaragoza.

Edificio de Ciencias Geológicas, C/ Pedro Cerbuna, 12.

50009 Zaragoza, España. Tel.: 976 761 330. Fax: 976 761 063.

---

# Scire

representación y organización  
del conocimiento

---

## Alcance y objetivos

---

*Scire: representación y Organización del Conocimiento* es una publicación semestral de carácter interdisciplinar sobre la representación, normalización, tratamiento, recuperación y comunicación de la información y el conocimiento.

## Difusión

---

Scire tiene difusión internacional. Agradecemos la inclusión en los siguientes servicios de referencia: Scopus, ESCI, Information Science Abstracts, Information Services in Physics, Electronics and Computing, Library and Information Science Abstracts, Sociological Abstracts, ERIH Plus, Knowledge Organization Literature, Base de Datos ISOC y Catálogo Latindex.

## Instrucciones para los autores y procedimiento de evaluación

---

La última versión de las instrucciones para presentación de trabajos y del procedimiento de evaluación editorial están disponibles en: <https://www.iberid.eu/ojs/index.php/scire/about/submissions>

## Agradecimientos

---

Agradecemos el apoyo del Departamento de Ciencia, Universidad y Sociedad del Conocimiento del Gobierno de Aragón con su subvención a grupos de investigación T59\_23R, al Vicerrectorado de Investigación y a la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Zaragoza.

## Redacción, distribución y canje

---

Revista Scire  
Departamento de Ciencias de la Documentación e Historia de la Ciencia  
Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad de Zaragoza  
C/ Pedro Cerbuna 12,  
E-50.009 Zaragoza (Spain)

Tfno: int + 34 976 762239. Fax: 34 976761506.  
E-mail: [mailto:scire@unizar.es](mailto:mailto:scire@unizar.es)

## Suscripciones y números sueltos

---

Suscripción anual: 30 €. Número suelto: 20 €. (IVA inc.)

---

# Scire

knowledge organization  
and representation

---

## Scope and aims

---

*Scire: Representación y Organización del Conocimiento* is an interdisciplinary journal published twice a year that is devoted to the representation, standardization, treatment, retrieval and communication of information and knowledge.

## Dissemination

---

Scire has international distribution. We acknowledge its inclusion in the following reference services: Scopus, ESCI, Information Science Abstracts, Information Services in Physics, Electronics and Computing, Library and Information Science Abstracts, Sociological Abstracts, ERIH Plus, Knowledge Organization Literature, Base de Datos ISOC and Catálogo Latindex.

## Instructions for authors and evaluation process

---

The last version of the instructions for authors and assessment process is available at: <https://www.iberid.eu/ojs/index.php/scire/about/submissions>

## Acknowledgments

---

We acknowledge the help of the Department of Science, University and Knowledge Society of the Government of Aragón (grant T59\_23R to research groups), and of the Research Vice Rectorate and the Faculty of Philosophy and Arts of the University of Zaragoza.

## Contact address

---

Revista Scire  
Departamento de Ciencias de la Documentación e Historia de la Ciencia  
Facultad de Filosofía y Letras  
Universidad de Zaragoza  
C/ Pedro Cerbuna 12,  
E-50.009 Zaragoza (Spain)

Tel.: int + 34 976 762239. Fax: 34 976761506.  
E-mail: [scire@unizar.es](mailto:scire@unizar.es)

## Subscriptions

---

Annual subscription: 30 €. Issue: 20 €. (VAT included)

## Editor

Francisco Javier García Marco, Univ. de Zaragoza. E-mail: jgarcia@unizar.es

## Consejo de redacción / Editorial council

Mario Guido Barité Roqueta,  
Universidad de La República, Uruguay

José Augusto Chaves Guimarães,  
Universidade Estadual Paulista, Brasil

João Batista Ernesto Moraes,  
Universidade Estadual Paulista, Brasil

Francisco Javier García Marco,  
Universidad de Zaragoza, España

Daniel Martínez Ávila,  
Universidad de León, España

Francisco Javier Martínez Mendez,  
Universidad de Murcia, España

Adriana Sánchez Suárez,  
Universidad Nacional Autónoma de México

## Consejo científico / Scientific council

Isidro Aguillo Caño, IPP-CSIC, España

Tomás Baiget, EPI S. A., España

José Luis Bonal Zazo, Univ. de  
Extremadura, España

Mercedes Caridad Sebastián,  
Universidad Carlos III de Madrid, España

Alberto Carreras Gargallo,  
Universidad de Zaragoza, España

Constança Espelt Busquets,  
Universidad de Barcelona, España

Juan Carlos Fernández Molina,  
Universidad de Granada, España

María Eulalia Fuentes Pujol, Universidad  
Autónoma de Barcelona, España

Fernando Galindo Ayuda,  
Universidad de Zaragoza, España

Blanca Gil Urdiciain, Universidad  
Complutense de Madrid, España

Isidoro Gil Leiva,  
Universidad de Murcia, España

Alan Gilchrist, Cura Consortium,  
Reino Unido

Vicente Pablo Guerrero Bote,  
Universidad de Extremadura, España

Víctor Herrero Solana,  
Universidad de Granada, España

José María Izquierdo Arroyo,  
Universidad de Murcia, España

María Pilar Lasala Calleja,  
Universidad de Zaragoza, España

Alfonso López Yepes, Universidad  
Complutense de Madrid, España

Pedro Marijuán Fernández,  
Universidad de Zaragoza, España

Miguel Ángel Marzal García-Quismondo,  
Universidad Carlos III de Madrid, España

José Antonio Moreiro González,  
Universidad Carlos III de Madrid, España

Purificación Moscoso Castro,  
Universidad de Alcalá, España

Félix Moya Anegón,  
Universidad de Granada, España

María del Carmen Negrete Gutiérrez,  
Universidad Autónoma de México

Catalina Naumis Peña, Universidad  
Autónoma de México

José Luis Ota, Universidad Jaime I de  
Castellón, España

Manuel José Pedraza Gracia,  
Universidad de Zaragoza, España

María Pinto Molina,  
Universidad de Granada, España

Gloria Ponjuán Dante,  
Universidad de La Habana, Cuba

Ángel Pueyo Campos,  
Univ. de Zaragoza, España

Blanca Rodríguez Bravo,  
Universidad de León, España

José Vicente Rodríguez Muñoz,  
Universidad de Murcia, España

Adelaida Román Román,  
CINDOC (Madrid), España

Juan Ros García,  
Universidad de Murcia, España

Francisco José Ruiz de Mendoza Ibáñez,  
Universidad de La Rioja, España

Félix Sagredo Fernández,  
Universidad Complutense de Madrid, España

Eliás Sanz Casado,  
Universidad Carlos III de Madrid, España

Carlos Serrano Cínca,  
Universidad de Zaragoza, España

### In memoriam

José López Yepes, Universidad  
Complutense de Madrid, España

Álvaro Quijano Solís,  
Colegio de México, México

## Revisores externos del número / External reviewers in this issue

La lista de revisores de los últimos tres años se publica en <https://www.ibersid.eu/ojs/index.php/ibersid/reviewers>.  
Agradecemos profundamente su colaboración generosa y desinteresada.

### Candidaturas al consejo científico

Se aceptan candidaturas al consejo científico de especialistas del área de Biblioteconomía y Documentación y de otras disciplinas relacionadas (Informática, Ciencias Sociales, Lingüística, Filosofía, Psicología, etc.) con experiencia profesional e investigadora demostrada. En el sistema público de investigación español, suele ser equivalente al doctorado y dos sexenios de investigación o méritos equivalentes.

### Scientific council membership policy

Candidatures of researchers from LIS and other related disciplines (Computer Science, Social Sciences, Linguistics, Philosophy, Psychology, etc.) with demonstrated professional and research experience are welcomed. In the Spanish public research system, for example, this usually means having a doctorate and two scientific productivity sexennia or equivalent outputs.

---

# Tabla de contenidos en español

*Table of contents in Spanish*

---

*Tabla de contenidos en español* ..... 9

*Tabla de contenidos en inglés* ..... 11

## **Artículos**

*BibLex: aplicación práctica de IA y PLN  
para la asignación de palabras clave  
en registros de Biblat*

Patricia GARRIDO VILLEGAS

Edgar DURÁN MUÑOZ

Manuel Alejandro FLORES CHÁVEZ ..... 13

*Propuesta de una aplicación web  
para la consulta y visualización  
de datos semánticos RDF*

Ana LÓPEZ-MORALES

Juan-Antonio PASTOR-SÁNCHEZ

José A. RUIPÉREZ-VALIENTE ..... 21

*El análisis del discurso foucaultiano  
en la Ciencia de la Información:  
estudio bibliométrico*

Paulo VICENTE ..... 37

*Precisión en la traducción de metadatos:  
desafíos de la traducción automática  
en artículos científicos*

Javier TARANGO

Haydee MENCHACA

Fidel GONZÁLEZ-QUIÑONES

Efraín Alfredo BARRAGAN-PEREA ..... 47

## **Índices analíticos**

*Índice de autores*..... 59

*Índice de materias en español* ..... 59

*Índice de materias en inglés* ..... 59



---

# Tabla de contenidos en inglés

*Table of contents in English*

---

*Table of contents in Spanish*..... 9  
*Table of contents in English* ..... 11

## Articles

*BibLex: AI and NLP algorithm applied to keyword indexing into Biblat system*  
Patricia GARRIDO VILLEGAS  
Edgar DURÁN MUÑOZ  
Manuel Alejandro FLORES CHÁVEZ ..... 13

*Proposal for a web application for querying and visualizing RDF semantic data*  
Ana LÓPEZ-MORALES  
Juan-Antonio PASTOR-SÁNCHEZ  
José A. RUIPÉREZ-VALIENTE ..... 21

*Foucauldian discourse analysis in Information Science: bibliometric study*  
Paulo VICENTE ..... 37

*Accuracy in metadata translation: challenges of machine translation in scientific articles*  
Javier TARANGO  
Haydee MENCHACA  
Fidel GONZÁLEZ-QUIÑONES  
Efraín Alfredo BARRAGAN-PEREA ..... 47

## Indexes

*Author index*..... 59  
*Subject index in Spanish*..... 59  
*Subject index in English*..... 59



---

# BibLex: aplicación práctica de IA y PLN para la asignación de palabras clave en registros de Biblat

*BibLex: AI and NLP algorithm applied to keyword indexing into Biblat system*

---

Patricia GARRIDO VILLEGAS, Edgar DURÁN MUÑOZ, Manuel Alejandro FLORES CHÁVEZ

Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información, Ciudad de México, México. pgarridov@dgb.unam.mx, eduranm@dgb.unam.mx, mafloresc@dgb.unam.mx

## Resumen

Estudio aplicado de inteligencia artificial que describe la integración del algoritmo BibLex al proceso de indexación de artículos científicos, publicados en revistas latinoamericanas de acceso abierto indexadas en el portal Biblat. BibLex es un algoritmo diseñado para automatizar la asignación de palabras clave, combina técnicas clásicas de procesamiento de lenguaje natural (PLN), a través de la librería NLTK, con el modelo de inteligencia artificial generativa (GenIA) Gemini de Google. Ambos enfoques permiten analizar corpus lingüístico y semántico de los documentos, generando un conjunto de términos contextualizados. Los resultados sugieren que la integración de PLN con GenIA es técnicamente viable, asequible y oportuna para responder a los desafíos de la indexación bibliotecológica de manera eficiente y sin comprometer la calidad terminológica. El enfoque híbrido adoptado abre posibilidades para la automatización de procesos técnicos en los entornos bibliotecarios.

**Palabras clave:** Indexación automatizada. BibLex. Procesamiento de lenguaje natural (PLN). Inteligencia artificial generativa (GenIA). Biblat. CLASE. Periódica.

## 1. Introducción

El procesamiento de lenguaje natural (PLN en adelante) aplicado a la indexación facilita la identificación de términos que representan el contenido de un documento. Si bien, la labor del analista documental es necesaria para garantizar la adecuada elección de términos, el PLN puede optimizar el esfuerzo que el humano dedica a la extracción manual, así como a aumentar la exhaustividad y precisión de los términos de indexación, lo cual reduce la posibilidad de que un usuario pierda información relevante durante su proceso de búsqueda en un catálogo o sistema de información.

En el presente artículo se describe la integración y principales resultados del PLN en el proceso de indexación del portal Biblat, el cual indexa artículos provenientes de revistas científicas y académi-

## Abstract

Applied artificial intelligence study describing the integration of the BibLex algorithm into the indexing process of scientific articles published in Latin American journals indexed by the Biblat portal. BibLex is an algorithm designed to automate keyword assignment by combining classical natural language processing (NLP) techniques, using the NLTK library, with Google's generative artificial intelligence model (GenIA), Gemini. Both approaches enable the analysis of the linguistic and semantic corpus of documents, generating a set of contextualized terms. BibLex is conceived as an effective solution to reduce manual indexing time, increase document processing capacity, and decrease terminological dispersion. The results suggest that integrating NLP with GenIA is technically feasible, cost-effective, and timely for addressing indexing challenges efficiently and without compromising terminological quality. The adopted hybrid approach opens possibilities automating technical processes in library environments.

**Keywords:** Automated indexing. BibLex. Natural language processing (NLP). Generative artificial intelligence (GenIA). Biblat. CLASE. Periódica.

cas de acceso abierto, editadas en América Latina y el Caribe. La aplicación del PLN se hizo a través de un algoritmo desarrollado *ex professo* y al que se denominó BibLex.

BibLex es un algoritmo en fase de pruebas para la extracción de palabras clave que reflejen el contenido de los documentos científicos indexados en el portal Biblat. Este desarrollo utiliza procesamiento de lenguaje natural e inteligencia artificial generativa para analizar semántica y sintácticamente textos completos de artículos y sugerir un conjunto de términos relevantes para describir el contenido. Fue desarrollado con la librería *Natural Language Toolkit* (NLTK), plataforma de código abierto que brinda interfaces y librerías de programación para trabajar con textos escritos en más de 50 idiomas. BibLex se encuentra implementado en el sistema de producción de registros

bibliográficos Biblat Central y sus resultados son validados por analistas documentales.

Aunado al algoritmo basado en técnicas clásicas del Procesamiento del Lenguaje Natural, se incorpora un modelo generativo avanzado (Gemini). La integración de Gemini en el proceso de indización representa un complemento significativo al algoritmo BibLex, ya que permite profundizar en la interpretación semántica y en la generación contextualizada de términos clave. Gemini no se limita a detectar palabras frecuentes o explícitamente presentes en el texto, además de ello, analiza contextos implícitos, generando sugerencias conceptuales que enriquecen sustancialmente la cobertura temática de los artículos científicos y académicos.

Adicionalmente, aunque muchos modelos avanzados de inteligencia artificial generativa suelen requerir costos asociados al uso de una API, Gemini ofrece acceso gratuito dentro de ciertos límites mensuales. Esto facilita significativamente su integración en entornos académicos o institucionales como Biblat, al permitir que con su uso se validen y amplíen los términos propuestos sin incurrir en gastos adicionales, optimizando así los recursos y el tiempo destinado al análisis documental.

## 2. Antecedentes

El PLN es una rama de la inteligencia artificial dedicada al estudio y desarrollo de técnicas y herramientas computacionales capaces de analizar e interpretar el lenguaje humano (Bird et al., 2019; Kok et. al, 2009), une el conocimiento de 2 disciplinas, la computación y la lingüística para desarrollar técnicas que emulan las capacidades innatas del ser humano para entender y transmitir el lenguaje.

En el contexto de la propuesta, se entenderá por PLN cualquier tipo de manipulación informática del lenguaje natural para hacer comprensibles las expresiones humanas por las máquinas, hasta el punto de facilitar tareas intelectuales de los seres humanos (Klein et al., 2009, p. ix), por ejemplo, la indización.

De acuerdo con Indurkha y Damerou (2010), en el PLN intervienen dos procesos:

- Análisis del Lenguaje Natural: conocido por sus siglas en inglés: NLA (Natural Language Analysis), es la parte del PLN que tiene como objetivo analizar un texto para llegar a extraer su significado de forma automatizada.
- Generación del Lenguaje Natural: en inglés NLG (Natural Language Generation). Son todas aquellas técnicas que tratan de generar

frases a partir de un conocimiento del sistema. No todos los sistemas que responden a preguntas son de tipo NLG, sino simplemente aquellos más avanzados que no devuelven una respuesta 'enlatada' y poco natural extraída de una base de datos de respuestas. La generación en tiempo real, partiendo de una información previa del sistema y de un modelo de generación del lenguaje aplicado a expresar dicha información.

Los algoritmos de PLN trabajan con módulos de funciones llamadas librerías. Se han hecho varios desarrollos de librerías que permiten realizar un análisis más preciso para el idioma español adaptándose a modelos de algoritmos ya existentes, así como a llevar a cabo el desarrollo de algoritmos adaptados a las características de los textos que se suelen analizar, esto último es el caso de esta propuesta.

Su objetivo, en el contexto de la bibliotecología, es realizar tareas con un mínimo de intervención humana, como la recuperación de información, clasificación documental, generación de respuestas orientadas a satisfacer las necesidades de información de los usuarios y, por supuesto, la indización (Martínez, 2024).

### 2.1. Indización por PLN

En entornos bibliotecológicos basados en colecciones digitales, el uso del PLN resulta fundamental para reducir las posibilidades de rezago bibliográfico y aumentar las posibilidades de éxito del usuario al buscar información (Miner, 2012). Un ejemplo de estos entornos son los sistemas de indización de revistas de acceso abierto a nivel artículo, entre los que se pueden citar a Biblat. Este tipo de sistemas indizan documentos provenientes de revistas científicas y académicas previamente seleccionadas por criterios de calidad editorial. El problema radica en que la demanda de las revistas por ser indizadas aumenta y con ello, la cantidad de documentos que requieren un conjunto de términos para ser recuperables por el usuario.

La aplicación de PLN se basa en algoritmos que funcionan con ciertos modelos o representaciones del lenguaje. Los hay sencillos basados en la frecuencia con la que un término aparece en un documento, hasta más complejos, en donde intervienen modelos estadísticos para determinar el valor o peso de un término dentro del contexto del documento y determinar si incluirlo o no como descriptor. También es posible encontrar algoritmos que emplean ambas posibilidades, frecuencia y posición de las palabras. Entre los ejemplos utilizados para la asignación temática se encuentran la Asignación Latente de Dirichlet (ALD, en inglés

*Latent Dirichlet Allocation*), un modelo generativo propuesto por Blei, Ng y Jordan (2003). Según Polo Bautista & Martínez Acevedo (2021, p. 16)

La ALD es un modelo probabilístico generativo de un *corpus*, cuya idea básica es que los documentos se representan como mezclas aleatorias sobre temas latentes, donde cada tema se caracteriza por una distribución sobre palabras.

Uno de los objetivos principales de este algoritmo es optimizar el tiempo de identificación de temas de un documento, así como procesar una gran cantidad de información en menos tiempo. Dichas características son compartidas con el algoritmo propuesto en este trabajo.

Al igual, se ha desarrollado un algoritmo llamado RAKE (Rapid Automatic Keyword Extraction), que, según Contreras Barrera (2018, p. 115)

[...] es un algoritmo utilizado para la extracción de palabras clave —keywords— compuestas por una o más palabras, basado en las estadísticas de las palabras y de las coocurrencias de las mismas; trabaja sobre documentos individuales para obtener palabras clave compuestas por una o más de una palabra, las cuales sirven de base para la descripción del contenido de los documentos, la indexación de los mismos o en algún estudio de minería de texto.

ALD también se utiliza para la clasificación temática. En función de la cercanía que tienen las palabras, el algoritmo establece un posible tema. Por ejemplo, las palabras biblioteca, fondo antiguo, digitalización, al aparecer juntas en diferentes partes del documento podrían generar el tema preservación digital. Por su parte, RAKE, analiza el texto y lo divide en partes, elimina conjunciones, preposiciones y otras palabras gramaticales para quedarse solo con la esencia del documento y buscar palabras o frases relevantes que se repiten y así construir los puntos de acceso temáticos. Este último algoritmo puede ofrecer resultados apropiados de entre el 25 y 60 %, según el estudio de Contreras (2018), mientras que ALD ofrece una precisión del 69 % comparado con términos propuestos por los autores de los documentos (Polo y Martínez, 2021).

Una de las limitantes del PLN para la asignación de palabras clave es que los modelos con los cuales funcionan los algoritmos tienden a entregar mejores resultados cuando se les entrena con un corpus propio, acotado a las necesidades del proceso de indexación que se desea realizar (Cuéllar, 2025). Es por ello que el PLN tradicional puede ser complementado mediante otras tecnologías que permitan expandir las posibilidades de identificar términos relevantes, más allá de los enfoques basados en frecuencias o estructuras léxicas. En este sentido, la combinación de PLN con Inteligencia Artificial Generativa (GenIA, en

adelante) es un área de estudio que podría explorarse en la investigación.

## 2.2. Indexación con GenIA

La GenIA se define como un área de la inteligencia artificial dedicada al estudio y desarrollo de técnicas computacionales para la creación de contenido basado en datos de entrenamiento, este contenido puede ser texto, imagen u otros medios (Sengar et al., 2024; Feuerriegel et al., 2023). Los ejemplos de GenIA incluyen aplicaciones como Chat GPT, DALL-E o Copilot. Con base en Gatti (2024), puede inferirse que una de las diferencias clave entre la GenIA y el PLN radica en que la primera cada vez requiere menos instrucciones programadas y busca operar a partir de una instrucción escrita en lenguaje cotidiano, llamada *prompt*.

La eficacia de los modelos de GenIA para efectuar tareas de indexación dependerá de sus capacidades técnicas. Bouzid y Piron (2024) estudiaron las posibilidades de ChatGPT, Claude y Gemini para crear términos de indexación a partir de un conjunto de resúmenes de documentos científicos. ChatGPT fue el modelo que más términos entregaba, entre 20 y 25, llegando a tener similitud del 96 % en términos otorgados por Claude. Los autores antes citados también encontraron que a medida que se solicitaban más términos, los modelos generaban meros sinónimos y términos derivados de resultados previos. En cuanto a precisión, ChatGPT fue más preciso y exhaustivo y Gemini tuvo resultados más modestos.

En otro estudio, el uso de los modelos Donut y GPT facilitó la creación de índices para la documentación técnica en la industria de la construcción, con una precisión de 85 % para Donut y del 86% en el caso de GPT (Feyisa et al., 2024). Los autores del estudio entrenaron a estos modelos con el trabajo manual previo de términos extraídos de la documentación técnica, almacenados en formato JSON y en bases SQL, de tal manera que los modelos fueran capaces de entregar como resultado el conjunto de títulos, subtítulos y su paginación para conformar los índices y así reducir el grado de intervención del recurso humano.

La indexación por PLN o por GenIA ha sido estudiada por separado, lo cual abre una brecha para indagar en las posibilidades de integrar ambos tipos de inteligencia artificial dentro de un proceso de obtención de palabras clave. Mientras que el PLN clásico facilita la extracción precisa y estructurada de términos clave mediante reglas y análisis lingüísticos específicos, la GenIA nos permite añadir valor al proporcionar respuestas flexibles y contextualizadas.

### 3. Problema y metodología

Biblat es un portal de revistas científicas de acceso abierto editadas en América Latina y el Caribe, ofrece información en texto completo de más de 350,000 documentos, entre los que se encuentran artículos, reseñas de libros, cartas editoriales, entre otros. Además, cuenta con un servicio de localización de documentos que por su antigüedad solo se encuentran en revistas de formato impreso y que se tienen en el acervo de la Hemeroteca Latinoamericana de la UNAM. La principal fuente de información de Biblat son dos bases de datos fundadas hace ya más de 40 años, CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades) y Periódica (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias).

La indización de documentos en Biblat se basa en las convenciones bibliotecológicas que, en lo general, apuntan a hacer una extracción de los términos temáticos, onomásticos y geográficos que representan con la mayor fidelidad posible el contenido de un documento y facilitan que el usuario pueda recuperarlo. Reyna (2015) señaló que la experiencia y las particularidades del tipo de documentos que se indizan en Biblat ha llevado a la redacción de un manual propio, el cual, establece los pasos y los criterios que el analista debe considerar.

El método de indización en Biblat ha sido en su mayor parte manual, esto quiere decir que los analistas a partir de la lectura del título, resumen y partes clave del documento determinan cuáles términos utilizar para representar el contenido. Los términos son ingresados en una plantilla de Aleph y comprobados con el listado autorizado que tiene cargo el sistema (Alonso, Arana, Reyna y Sánchez, 2012).

La cantidad de documentos que integran Biblat ha aumentado con los años, lo que ha provocado un atraso en la actualización e indización de dicha información, aunado a la necesidad de más de personal académico para el análisis documental en el Departamento de Bibliografía Latinoamericana, es por esa razón que un algoritmo de PLN e inteligencia artificial generativa sería de gran ayuda.

Biblat requiere procedimientos que faciliten el control y actualización de su listado de palabras clave, a través del algoritmo, dicha tarea será más sencilla y de manera indirecta ayudará a elevar la producción de los analistas debido a que la asignación de palabras clave es uno de los procesos intelectualmente más complejos. El algoritmo de PLN e IA Generativa que se propone en este proyecto se dirige a apoyar al analista documental para los campos de *Palabras clave* y *Keywords*.

Es importante mencionar que, si bien muchos modelos avanzados de inteligencia artificial generativa requieren el pago por el uso de sus APIs, en este procedimiento se opta por Gemini debido a que ofrece un nivel de acceso sin costo, dentro de ciertos límites mensuales. Según la documentación oficial de Google (2025), la API de Gemini establece restricciones específicas para este nivel gratuito. Esto facilita notablemente su integración en entornos académicos o institucionales como Biblat, al permitir la validación y ampliación de los términos propuestos sin incurrir en gastos adicionales significativos, optimizando así los recursos y el tiempo destinado al análisis documental.

Los límites de uso de la API se estructuran en tres dimensiones clave: solicitudes por minuto (RPM), solicitudes por día (RPD) y tokens por minuto (TPM) en la entrada. El sistema evalúa el uso en función de cada uno de estos parámetros, y si se excede alguno, se genera un error de límite de frecuencia, independientemente de si los otros parámetros permanecen dentro de los márgenes permitidos. Por ejemplo, si un proyecto tiene un límite de 20 RPM y se realizan 21 solicitudes en un solo minuto, se bloqueará temporalmente el acceso, incluso si el consumo de tokens se encuentra dentro del límite establecido.

En el presente estudio se emplea la API de Gemini 2.0 Flash. Este modelo opera bajo un esquema de uso gratuito que establece límites de 15 solicitudes por minuto (RPM), 200 solicitudes por día (RPD) y hasta 1,000,000 tokens de entrada por minuto (TPM). Estas cuotas permiten procesar, en condiciones óptimas, hasta 15 artículos por minuto y un total de 200 artículos diarios, siempre que cada uno se envíe en una sola solicitud. Considerando un promedio de 1,500 tokens por página, el límite de tokens por minuto habilita el análisis de aproximadamente 600 páginas de texto académico por minuto, lo cual es suficiente para trabajar con artículos de entre 20 y 30 páginas sin exceder el umbral permitido. Esta capacidad es adecuada para tareas de procesamiento masivo de documentos dentro de flujos de trabajo de indización o análisis de contenido científico.

### 4. Integración de BibLex en la metodología de indización en Biblat

Se expone la incorporación al proceso de análisis documental de BibLex a través de un algoritmo de Procesamiento de Lenguaje Natural junto con un algoritmo de IA Generativa para la indización automatizada de palabras clave de los artículos de las revistas académicas indizadas en el portal Biblat. La principal diferencia entre la indización manual y la realizada mediante algoritmos radica

en la metodología aplicada: mientras que la indización manual se basa en el juicio experto y en la lectura interpretativa del contenido por parte de especialistas (Figura 1), la indización automatizada opera mediante modelos computacionales que extraen, procesan y asignan términos clave a partir de patrones lingüísticos y estadísticos. Esta distinción metodológica no sólo refleja un cambio en la forma en que se realiza la indización, sino que también implica una mejora en términos de eficiencia, escalabilidad y consistencia.

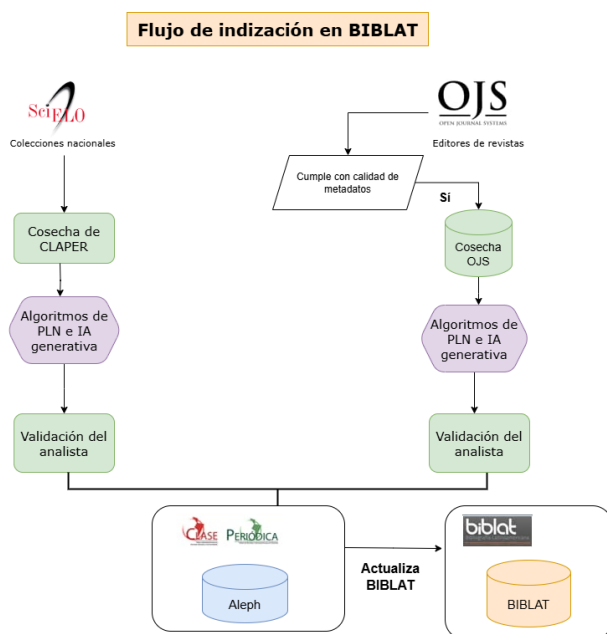


Figura 1. Flujo general de indización en Biblat con BibLex

En la Figura 2 se muestra un esquema que resume las fases del proceso de indización automatizada de las palabras clave.

El punto de partida es la obtención del texto de los documentos, para que el texto de cada artículo sea procesable por los algoritmos empleando PLN y GenIA, se extrae de los archivos PDF utilizando el lenguaje de programación Python y sus bibliotecas PyPDF2 y pdfminer. El flujo básico es: se carga del PDF en memoria y se realiza la conversión de cada página a texto plano; se eliminan saltos de línea erráticos, símbolos de control y duplicados de espacios; se convierten caracteres a UTF-8 y se corrigen guiones de fin de renglón.

Respecto al uso de Gemini, una vez obtenido el corpus limpio, se construye un *prompt* que concatena, en primer lugar, una instrucción breve en la que se solicita la generación de palabras clave, incluyendo algunas reglas básicas utilizadas por el Departamento de Bibliografía Latinoamericana; en segundo lugar, se incorpora el bloque textual

extraído del documento. La llamada se hace desde la biblioteca `google.generativeai`, donde se inicializa el modelo `gemini-2.0-flash` y se envía la solicitud vía el método `generate_content()`. La respuesta es obtenida en formato JSON lista para su almacenamiento en Biblat Central.

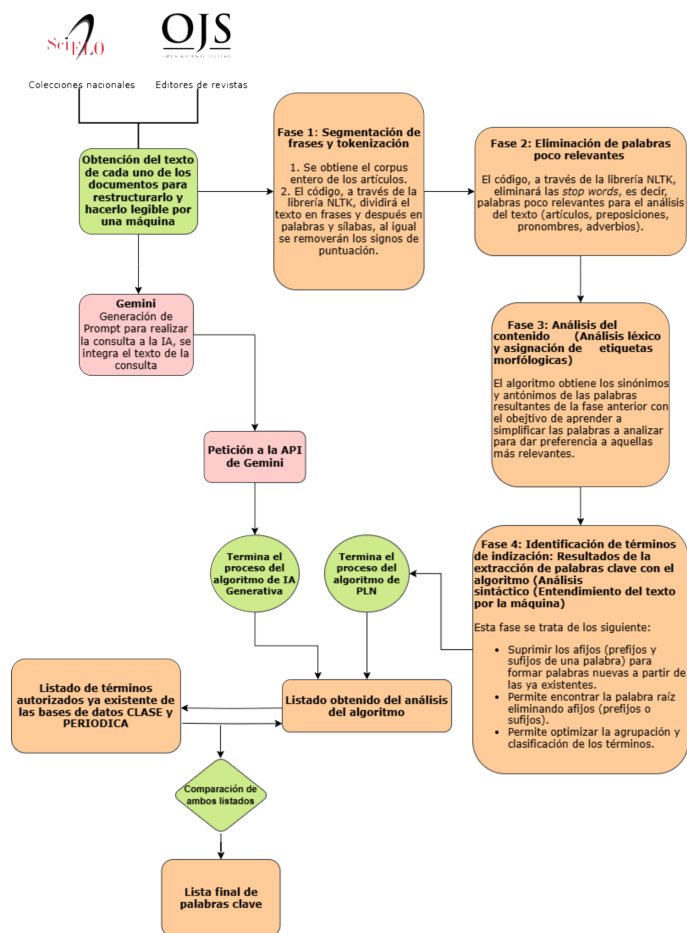


Figura 2. Fase de indización automatizada con Biblex

Desde la perspectiva de la interfaz web empleada para la generación de palabras clave, a continuación, se describe, a grandes rasgos, el flujo de trabajo en el sistema Biblat Central.

El sistema contempla una funcionalidad específica para la asignación de registros a los analistas. Dentro de este módulo, se realiza también la generación automatizada de palabras clave previa a dicha asignación.

El módulo de asignación, como se muestra en la Figura, presenta un listado que incluye todos los fascículos cosechados, provenientes tanto de colecciones SciELO como de revistas alojadas en OJS. La primera etapa del proceso consiste en una revisión de ciertos metadatos descriptivos, tales como el título del artículo, idioma, disciplina, autores y sus instituciones de afiliación.

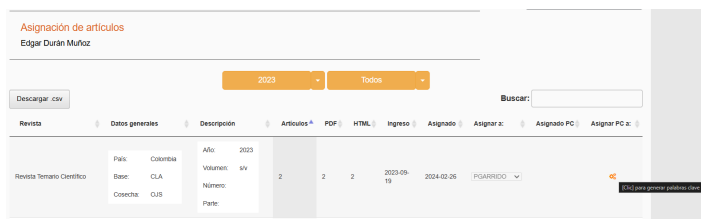


Figura 3. Interfaz para generación de palabras y asignación de fascículos

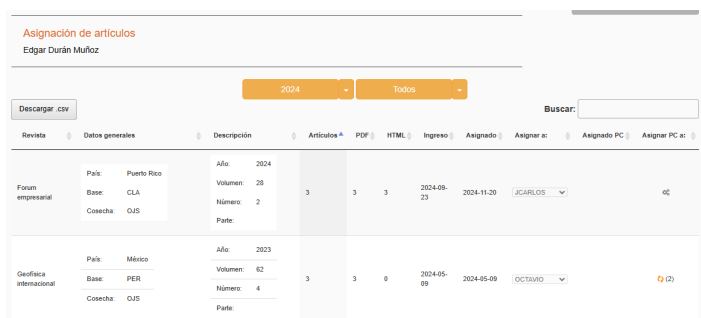


Figura 4. Generación en segundo plano de palabras clave

Una vez concluida esta primera revisión, en la columna “Asignar a:” del listado se visualiza el nombre del analista responsable, mostrado de forma

deshabilitada dentro de un componente de selección. Simultáneamente, en la columna “Asignar PC a:”, se despliega un ícono de engranes que indica que los artículos se encuentran listos para iniciar el proceso automático de generación de palabras clave (Figura 3).

Para iniciar dicho proceso, basta con hacer clic sobre el ícono correspondiente. El sistema ejecutará esta tarea en segundo plano. El tiempo requerido para completarla dependerá del volumen de documentos a procesar, de la velocidad de comunicación con la página de la revista, así como del rendimiento de la API de Gemini y del motor de procesamiento PLN. Durante la ejecución, el sistema actualiza el listado indicando el número de artículos que han sido procesados (Figura 4).

Al finalizar, se vuelve a mostrar el listado de analistas disponibles, lo cual indica que el fascículo está listo para ser asignado a la etapa de revisión de palabras clave. Una vez realizada esta asignación, el analista encontrará en su lista de trabajo los artículos correspondientes. Al seleccionar uno de ellos, se mostrarán las palabras clave generadas tanto por el sistema de PLN como por la inteligencia artificial generativa Gemini (Figura 5).

A continuación se muestran las palabras claves sugeridas, palabras asentadas por autores y palabras extraídas del texto.

(I) Seleccione las adecuadas para el artículo.

(II) Edite la palabra si determina que existe un término más adecuado para sustituir, considere que en adelante si se encuentra nuevamente el mismo término, se realizará la misma sustitución de manera automática.

**Palabras clave guardadas:**

fase preanalítica 0	gases sanguíneos 0	errores preanalíticos 0	Diagnóstico 36984
---------------------	--------------------	-------------------------	-------------------

**Palabras clave sugeridas de acuerdo al texto:**

Anticoagulantes 248	Análisis 849	Calidad 4672	Errores preanalíticos 0
Fase preanalítica 0	Gases sanguíneos 27	Heparina 207	Muestras 53
Pacientes 1194	Toma de muestras 24		
Blood 0	Gas 309	Laboratorio 730	Línea 0
Resultados 111	Sangre 1122	Ser 504	

Agregar palabra clave

**Palabras clave traducidas al inglés:**

Analysis 0	Anticoagulants 0	Blood gases 0	Heparin 0
Patients 0	Preanalytic errors 0	Preanalytic phase 0	Quality 10
Samples 0	Sampling 0	Be 0	Blood 0
Gas 156	Laboratory 0	Line 0	Results 0
preanalytical phase 0	blood gases 0	preanalytical errors 0	Diagnosis 0

Agregar keyword

Figura 5. Interfaz para la revisión de palabras clave generadas automáticamente

A la derecha de cada término se indica la cantidad de ocurrencias registradas en la base de datos. Esta información tiene como objetivo orientar

al analista sobre cuáles forman parte del catálogo y cuáles son los más utilizados.

Los resultados muestran que una proporción significativa coincide con registros existentes, lo que sugiere un buen desempeño del algoritmo en la asignación. Sin embargo, la selección final de los términos aún queda bajo el criterio del analista.

Al utilizar modelos de inteligencia artificial para la extracción automática de palabras clave a partir de textos completos de artículos, es importante considerar las implicaciones legales y éticas relacionadas con las licencias Creative Commons, particularmente aquellas que contienen cláusulas No Comercial (NC) y Sin Derivadas (ND). Según lo expuesto por Creative Commons (2025), los contenidos con licencia ND no pueden utilizarse para entrenar modelos de IA, ya que se considera una forma de creación derivada, y los contenidos NC no pueden emplearse con fines comerciales, lo que incluye ciertas plataformas gratuitas de IA cuyo uso implica la posibilidad de que los datos ingresados se utilicen para futuros entrenamientos comerciales.

En nuestro caso, aunque el acceso a herramientas como Gemini se realiza de forma gratuita, esto podría vincular indirectamente el proceso con fines comerciales no deseados. No obstante, nuestro trabajo con textos disponibles en plataformas como la base de datos Biblat se realiza con fines estrictamente académicos, y sin ánimo de lucro y con vistas a generar descriptores de acceso a una obra, no a la reproducción de ésta. El propósito es facilitar la visibilidad, el acceso y la recuperación de conocimiento científico mediante el uso de tecnologías accesibles, sin redistribuir ni modificar los contenidos originales ni desarrollar herramientas comerciales sobre ellos. Aun así, reconocemos que estas prácticas se sitúan en un área legal y ética aún en desarrollo, lo que refuerza la necesidad de actuar con responsabilidad y transparencia.

Una posible vía para evitar esta zona gris legal sería el uso de modelos de lenguaje de código abierto (LLM) ejecutados en una infraestructura propia, lo cual permitiría un mayor control sobre el procesamiento de datos sin involucrar plataformas comerciales. Sin embargo, esta alternativa implica costos adicionales en términos de recursos computacionales, infraestructura y mantenimiento, que pueden ser poco viables para dependencias pequeñas con recursos limitados.

## 5. Conclusiones

La incorporación de BibLex al flujo de trabajo de indexación del portal Biblat representa un avance significativo en la automatización de procesos documentales dentro del ámbito bibliotecológico. Este desarrollo, basado en un algoritmo propio de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)

complementado con un modelo de inteligencia artificial generativa (Gemini), permite una extracción precisa y contextualizada de palabras clave a partir del texto completo de los documentos, contribuyendo a una mejora sustantiva en la calidad de los registros bibliográficos.

El sistema propuesto presenta una metodología robusta, centrada en la identificación de términos relevantes más allá de la frecuencia de aparición, y considerando estructuras gramaticales y contextuales en español e inglés. Esta metodología ha sido integrada exitosamente al sistema de producción de registros bibliográficos Biblat Central, manteniendo una estrecha alineación con el listado de términos autorizados construido históricamente por los analistas documentales.

Entre los principales beneficios observados con la implementación de BibLex, destacan los siguientes:

- Uno de los aportes más relevantes de BibLex radica en el cambio metodológico que introduce en el proceso de indexación: a diferencia del enfoque manual, que se basa en la lectura interpretativa y el juicio experto de los documentalistas, la indexación automática utiliza técnicas computacionales para analizar el contenido textual, identificar patrones semánticos y sugerir términos clave con base en criterios lingüísticos y estadísticos, reduciendo la carga cognitiva que conlleva la lectura humana. Esta diferencia metodológica no implica una sustitución del conocimiento experto, sino una transformación del proceso, en el cual la automatización puede actuar como una etapa preliminar que potencia la calidad, consistencia y representatividad temática del análisis documental.
- Simplificación de la asignación temática, dado que los analistas tendrán la posibilidad de seleccionar términos clave basados en la relevancia sin dedicar demasiada atención a la revisión del contenido. La asignación temática es quizá uno de los pasos que más atención y tiempo demanda en el análisis documental, pero con ayuda del algoritmo, en el futuro, podría verse un beneficio.
- Alineación terminológica con los estándares de calidad de Biblat, gracias a que el algoritmo se diseñó para operar en función de los vocabularios controlados existentes, preservando así la consistencia semántica del sistema.
- Bajo costo de implementación, al utilizar la API gratuita de Gemini no se requieren hardware adicional, licencias de software ni personal especializado para la operación cotidiana. No obstante, esta condición depende de que

se mantengan los límites de uso gratuito de Gemini y las licencias Creative Commons asociadas a los artículos procesados. Si estos parámetros se volvieran más restrictivos, podría ser necesario migrar a un modelo abierto con características equiparables o que impacten lo menos posible en la funcionalidad del algoritmo. En ese escenario, la adopción del nuevo modelo implicaría invertir en infraestructura para cubrir los requisitos de hardware correspondientes.

- Facilidad de adopción institucional, al integrarse sin fricciones en los procesos internos del Departamento de Bibliografía Latinoamericana y sin necesidad de capacitación tecnológica compleja para los analistas.

Finalmente, BibLex evidencia el potencial de la convergencia entre técnicas tradicionales de PLN e innovaciones recientes en IA generativa para resolver desafíos históricos en los sistemas de recuperación de información. Su adopción no sólo fortalece la eficiencia operativa, sino que también habilita nuevas posibilidades en la elaboración de productos bibliométricos y en la mejora continua de la visibilidad, accesibilidad y análisis temático de la producción científica regional.

## Declaración de autoría

*Patricia Garrido Villegas*: Conceptualization (lead); Software (equal); Investigation (lead); Validation (equal); writing – original draft (equal); formal analysis (equal); writing – review and editing (equal); Methodology (equal).

*Edgar Durán Muñoz*: Software (equal); Visualization (lead); Investigation (lead); Validation (equal); writing – review and editing (equal); review and editing (equal); formal analysis (equal); Methodology (equal).

*Manuel Alejandro Flores Chávez*: Methodology (equal); writing – review and editing (equal). Conceptualization (supporting); Writing – original draft (supporting); Writing – review and editing (lead); formal analysis (equal); Investigation (supporting).

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a los analistas Lic. Marco A. Flores Montes, Lic. Nidia Zúñiga Murrieta, Lic. Juan Carlos Díaz Mauricio y Lic. Flor Janet Rivera Pulido por las pruebas realizadas en la plataforma de asignación automática de palabras clave. Asimismo, se agradece a la Mtra. María Guadalupe Trinidad Argüello Mendoza por su apoyo en la gestión y administración de la asignación de documentos.

## Referencias

Alonso Gamboa, José Octavio; Arana Mendoza, Celia; Reyna Espinosa, Felipe Rafael; Sánchez Pereyra, Antonio (2012). Manual de indexación para las bases de datos Clase y Periódica. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Bibliotecas. [https://biblat.unam.mx/archivos/manual\\_indexacion.pdf](https://biblat.unam.mx/archivos/manual_indexacion.pdf)

Bird, Steven; Klein, Ewan y Loper Edward (2009). Natural Language Processing with Python. O'Reilly.

Bouzid, Sara y Piron, Loïs (2024). Leveraging Generative AI in Short Document Indexing. // *Electronics*. 13:17 3563. <https://doi.org/10.3390/electronics13173563>

Blei, D. M.; Ng, A. Y.; Jordan, M. I. (2003). Latent Dirichlet Allocation. // *Journal of Machine Learning Research*, 3(Jan), 993–1022. <https://www.jmlr.org/papers/volume3/blei03a/blei03a.pdf>

Contreras Barrera, Marcial (2018). Aplicación del algoritmo RAKE en la indexación de documentos digitales. // *Investigación Bibliotecológica*. 32:75 (abril/mayo) 109-123. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2018.75.57951>

Creative Commons (2025). Using CC-Licensed Works for AI Training. <https://creativecommons.org/using-cc-licensed-works-for-ai-training-2>

Cuéllar Hidalgo, Rodrigo (2025). Reconocimiento de Entidades Nombradas (NER): una técnica para agilizar el procesamiento de colecciones digitales. // *Amontonamos las palabras*: Blog de la Biblioteca de El Colegio de México. <https://doi.org/10.58079/13dqq>

Feuerriegel, Stefan; Hartmann, Jochen; Janiesch, Christian y Zschech, Patrick (2023). Generative AI. // *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2309.07930>

Feyisa, Degaga Wolde; Berihun, Haylemicheal; Zewdu, Amanuel; Najimoghadam, Mahsa y Zare, Marzieh (2024). The Future of Document Indexing: GPT and Donut Revolutionize Table of Content Processing. // *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2403.07553>

Gatti, Alberto (2024). Alfabetización e inteligencia artificial. // *Journal of Neuroeducation*. 5:1 (julio) 52–58. <https://doi.org/10.1344/joned.v5i1.46108>

Google (2025). Límites de frecuencia. // *Google AI for Developers*. <https://ai.google.dev/gemini-api/docs/rate-limits?hl=es-419>

Indurkha, N.; Damerou, F. J. (Eds.). (2010). Handbook of Natural Language Processing. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781420085938>

Kok, Joost N.; Boers, Egbert. J. W.; Kosters, Walter A.; Van der Putten, Peter; Poel, Mannes (2009). Artificial intelligence: definition, trends, techniques, and cases. // *Artificial intelligence*. 1, 270-299.

Klein, E.; Bird, S.; Loper, E. (2009). Natural Language Processing with Python. O'Reilly Media, Incorporated.

Martínez Albarrán, Ali (2024). La inteligencia artificial en los estudios de la información y la bibliotecología. // *e-Ciencias de la información*. 14:2. <https://doi.org/10.15517/eci.v14i2.57949>

Miner, Gary; Delen, Dursun; Elder, John; Thomas Hill; Nisbet, Robert A. (Eds) (2012). Practical Text Mining and Statistical Analysis for Non-Structured Text Data Applications. // Elsevier Science & Technology. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-66188-8>

Polo Bautista, Luis Roberto y Martínez Acevedo, Karen Vanessa (2021). Algoritmo para el análisis temático de documentos digitales. // *Investigación Bibliotecológica*. 35:89 (octubre/diciembre) 13-31. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2021.89.58419>

Reyna Espinosa, Felipe Rafael (2015). CLASE. Perfil de una base de datos bibliográfica. // *Biblioteca Universitaria* 18:2. [https://biblat.unam.mx/hevila/e-BIBLAT/Biblio/ReynaEspinosa\\_2015%282%29.pdf](https://biblat.unam.mx/hevila/e-BIBLAT/Biblio/ReynaEspinosa_2015%282%29.pdf)

Sengar, Sandeep Singh; Hasan, Affan Bin; Kumar, Sanhay y Carroll, Fiona (2024). Generative Artificial Intelligence: A Systematic Review and Applications. // *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405>

Enviado: 2025-03-31. Segunda versión: 2025-09-24.  
Aceptado: 2025-10-17.

---

# Propuesta de una aplicación web para la consulta y visualización de datos semánticos RDF

*Proposal for a web application for querying and visualizing RDF semantic data*

---

**Ana LÓPEZ-MORALES (1), Juan-Antonio PASTOR-SÁNCHEZ (2), José A. RUIPÉREZ-VALIENTE (3)**

(1) Universidad de Murcia, ana.lopezm3@um.es (2) Departamento de Información y Documentación, Universidad de Murcia, pastor@um.es (3) Departamento de Informática y Sistemas, Universidad de Murcia, jruiperez@um.es

## Resumen

Se presenta el desarrollo e implementación de una aplicación web para la consulta y visualización de datos semánticos RDF, junto con su evaluación. El alcance cubre todo el ciclo: definición de requisitos (funcionales y no funcionales), análisis y diseño (casos de uso, arquitectura multicapa y comparativa tecnológica), implementación del prototipo y evaluación con usuarios. Los resultados muestran una solución que integra un dashboard con métricas y visualizaciones interactivas, un sistema de búsqueda de instancias mediante filtrado, un espacio de consulta SPARQL y exportaciones en CSV/TSV/JSON y Turtle. En la evaluación (n=16) se alcanzó el 100 % de efectividad en tareas y una usabilidad percibida excelente (SUS=81,41). Se concluye que el modelo reduce la carga cognitiva, mantiene la trazabilidad entre criterios y resultados y equilibra accesibilidad para perfiles no expertos con profundidad para usuarios avanzados. En coherencia con los hallazgos, se recomiendan mejoras y se identifican futuras acciones como la incorporación de ayudas contextuales y documentación, visualización de vocabularios/ontologías, gestión de datasets desde la interfaz, o desarrollo de nuevas visualizaciones.

**Palabras clave:** Web semántica. Datos enlazados. RDF. Desarrollo web. Visualización de datos semánticos. Exploración de datasets.

## 1. Introducción

La expansión de la World Wide Web ha multiplicado la creación y circulación de contenidos (Castells, 2005), pero también ha fragmentado el ecosistema informacional y complejizado la recuperación eficaz de información (Méndez Rodríguez, 1999). Ante esta tensión, la web semántica, concebida por Tim Berners-Lee, propone una evolución hacia datos comprensibles por máquinas mediante codificación estructurada, favoreciendo la interoperabilidad y el intercambio sin pérdida de contexto (Angles, 2015). Sobre este fundamento emergen los conjuntos de datos semánticos o datasets, cuya definición alude a colecciones estructuradas y relacionables entre

## Abstract

This paper presents the development and implementation of a web application for querying and visualizing RDF semantic data, together with its evaluation. The scope covers the full cycle: requirements definition (functional and non-functional), analysis and design (use cases, multilayer architecture, and technology comparison), prototype implementation, and user evaluation. The results show a solution that integrates a dashboard with metrics and interactive visualizations, an instance search system via filtering, a SPARQL query area, and exports to CSV/TSV/JSON and Turtle. In the evaluation (n = 16), task effectiveness reached 100% and perceived usability was excellent (SUS = 81.41). We conclude that the model reduces cognitive load, maintains traceability between criteria and results, and balances accessibility for non-expert users with depth for advanced users. In line with the findings, we recommend enhancements and identify future actions such as adding contextual help and documentation, visualizing vocabularies/ontologies, enabling dataset management from the interface, and developing new visualizations.

**Keywords:** Semantic Web. Linked Data. RDF. Web development. Semantic data visualization. Dataset exploration.

sí, creadas con tecnologías semánticas para habilitar su procesamiento automático, con claras ventajas en búsqueda y clasificación (The Information Lab, 2023; Sota Martínez et al., 2016). Su representación se apoya en RDF, extendido por RDFS y, cuando se requiere mayor expresividad, por OWL para la definición ontológica. La consulta se articula con SPARQL como estándar. (RDF 1.1 Primer, 2014).

En paralelo, el auge del Big Data ha puesto el foco en volumen, velocidad y variedad de los datos, dimensiones que desbordan las herramientas tradicionales y crea la necesidad de nuevos modelos usables que soporten este tipo de datos. Asimismo, ante estos grandes conjuntos de datos se subraya el valor de los estándares semánticos

para tratar la heterogeneidad e integrar sistemas (Hitzler & Janowicz, 2013). La visualización se consolida así como instrumento clave para sintetizar, explorar y extraer conocimiento, facilitando razonamiento y descubrimiento de patrones (Michalos et al., 2012, (Desimoni y Po, 2020), especialmente en datos enlazados donde la exploración de relaciones es central (Ivanova et al., 2019). No obstante, la consulta semántica sigue siendo exigente: SPARQL requiere pericia técnica y, pese a avances, la consulta en lenguaje natural aún no es un estándar operativo (Wohlgeannt et al., 2019; Boumechaal & Boufaïda, 2023). Aun así, su capacidad para integrar dominios y ofrecer acceso cercano al tiempo real aporta un valor diferencial (Hartig, 2013).

Asimismo, para alcanzar una comprensión operativa de grandes grafos RDF, la arquitectura de la información resulta determinante: estructura, organización, etiquetado y diseño de procesos de interacción que sostienen la localización y el sentido de los datos, para que el usuario pueda comprender en todo momento lo que visualiza e interactuar adecuadamente con la información (Pérez-Montoro, 2010; Resmini & Rosati, 2011).

De esta forma, la integración de visualización, consulta semántica y una arquitectura de la información sólida es condición necesaria para que los datos semánticos, cada vez más estratégicos en lo social y empresarial, se presenten de forma clara, explotable y orientada a la toma de decisiones.

Este trabajo se centra en proponer un modelo para la consulta y visualización de datos semánticos RDF de gran tamaño, partiendo de que una representación visual adecuada favorece una comprensión profunda y holística de la información, potencia su reutilización y facilita la explotación de su valor. Con ello, se persigue mejorar claridad interpretativa para la toma de decisiones mediante el acceso y análisis de grandes volúmenes de datos estructurados, apoyar la investigación ofreciendo fuentes accesibles y explotables, y contribuir a combatir la desinformación al presentar al público datos comprensibles a través de herramientas que favorezcan su interpretación.

En consecuencia, se formulan una serie de objetivos específicos. En primer lugar, analizar las herramientas y enfoques existentes de arquitectura de información para la consulta y visualización de datos RDF, identificando sus aportaciones y límites. A continuación, determinar los requisitos del modelo, tanto funcionales como no funcionales. Seguidamente, se busca diseñar el modelo, definiendo su arquitectura de la información y el flujo de interacción desde la visión global hasta el de-

talle. Tras esto, se desarrolla el prototipo que materializa el modelo y permite su contrastación; y, finalmente, se realiza una evaluación de la usabilidad y la efectividad del modelo.

## 2. Metodología

El desarrollo del proyecto se abordó desde una perspectiva de ingeniería del software con carácter iterativo, integrando en cada fase los resultados de la anterior y validando las decisiones mediante pruebas funcionales y revisiones cruzadas. El objetivo fue asegurar coherencia entre la concepción teórica, la materialización técnica y la experiencia de uso.

El proceso completo se organizó en cinco fases principales:

- *Fase 1. Especificación de requisitos:* en primer lugar, se llevó a cabo un análisis comparativo de herramientas existentes para la consulta y visualización de datos RDF. Este estudio permitió identificar patrones comunes, limitaciones y vacíos de diseño. A partir de ese diagnóstico se formularon los requisitos funcionales y no funcionales del sistema, priorizando la usabilidad, la escalabilidad y la claridad de la interfaz.
- *Fase 2. Diseño de la Arquitectura de la Información:* con los requisitos definidos, se diseñó el modelo general del sistema, definiendo un conjunto de casos de uso que representan los flujos principales de interacción desde la perspectiva del usuario final; determinando la arquitectura y tecnologías que se iban a utilizar durante la implementación; y elaborando los primeros mockups para validar la arquitectura de la información y la distribución de componentes antes de su desarrollo. Durante estas etapas, se integraron de forma explícita los principios de arquitectura de la información: jerarquía visual coherente, rótulos comprensibles, consistencia entre vistas, y conexión entre clases, instancias y propiedades. Se definieron las rutas de navegación, los menús persistentes y la estructura semántica de las páginas, garantizando que la consulta de los datos RDF se mantuviera contextualizada y comprensible. Esta fase sirvió como puente entre la teoría del diseño informacional y la implementación práctica.
- *Fase 3. Implementación del prototipo:* el desarrollo se realizó con metodología incremental, liberando versiones funcionales en ciclos cortos que permitían validar cada módulo antes de incorporar nuevas funciones. La pila tecnológica seleccionada —Django para el desarro-

llo web, Plotly.js para la generación de visualizaciones interactivas y Apache Jena Fuseki como triplestore RDF— permitió integrar el frontend, la lógica de aplicación y el backend de manera coherente. Durante esta fase se implementaron la gestión de datasets, el dashboard con métricas globales, el sistema de búsqueda mediante filtrado, la ficha de instancias y la consulta SPARQL avanzada. Cada módulo fue probado de forma independiente para verificar su funcionamiento y su interoperabilidad con el resto del sistema.

- *Fase 4. Evaluación y mejora iterativa:* la última fase consistió en la evaluación con usuarios, que permitió valorar la utilidad, la usabilidad y la eficacia del modelo. Los resultados se analizaron cuantitativa y cualitativamente, identificando mejoras que fueron incorporadas en versiones posteriores. Entre ellas, destacan la retroalimentación visual en acciones críticas, la confirmación tras la carga de datasets y la clarificación terminológica en los paneles de búsqueda.

El conjunto del proceso se caracterizó por su orientación práctica, analizando cada decisión para garantizar que la aplicación final respondiera a necesidades detectadas y fuera técnicamente sólida, escalable y comprensible.

### 3. Modelo de Arquitectura de la Información para la consulta y visualización de datasets RDF

La arquitectura de la información constituye el eje estructural del modelo propuesto. Su función no es únicamente organizar contenidos, sino transformar la complejidad estructural de los grafos RDF en una experiencia de consulta comprensible, progresiva y orientada al usuario. El objetivo no es mostrar tripletas, sino facilitar su interpretación manteniendo el contexto informacional en todo momento.

El modelo se fundamenta en un análisis comparativo de herramientas existentes para la consulta y visualización de datos RDF, tanto académicas como de uso extendido en entornos de datos abiertos. Este análisis permitió identificar los principales ejes de interacción empleados, así como limitaciones recurrentes desde el punto de vista de la usabilidad, la escalabilidad y la comprensión global del dataset.

Del estudio de las aplicaciones analizadas se identificaron cinco ejes de interacción predominantes. Estos ejes no son excluyentes y, en algunos casos, una misma herramienta combina varios de ellos.

- *Visualización basada en grafos:* Herramientas como LodLive priorizan la representación visual del grafo RDF. Cada nodo representa una instancia y las relaciones se expanden dinámicamente mediante consultas SPARQL. Este enfoque facilita la exploración relacional puntual y resulta intuitivo para comprender conexiones locales. Sin embargo, cuando el número de entidades o relaciones aumenta, el grafo se densifica rápidamente. En datasets medianos o grandes, la visualización pierde legibilidad y deja de ofrecer una visión estructural del conjunto.
- *Visualización ontológica:* Aplicaciones como WebVOWL u OntoGraf centran la interacción en la ontología subyacente. Representan clases, propiedades y jerarquías conceptuales. Este enfoque resulta útil para comprender el modelo semántico del dominio, pero está orientado principalmente a usuarios expertos. Además, no facilita la exploración directa de los datos instanciados ni la consulta orientada a tareas concretas.
- *Navegación textual y por fichas:* Herramientas como LodView y Pubby adoptan un enfoque basado en fichas de instancia. Presentan descripciones RDF legibles, enlaces a entidades relacionadas y resultados estructurados en tablas. Su principal fortaleza es la claridad y la trazabilidad entre recursos. No obstante, la navegación es fundamentalmente lineal. El usuario accede a una instancia cada vez, sin mecanismos de síntesis, filtrado guiado o visión global del dataset.
- *Búsqueda guiada y filtrado semántico:* Este eje se basa en la interacción mediante formularios, filtros y selectores semánticos, que permiten construir consultas sin necesidad de escribir SPARQL. Algunas funcionalidades de Rhizomer se aproximan a este enfoque al combinar navegación semántica y visualizaciones básicas. Sin embargo, en las herramientas existentes el filtrado suele ser rígido, poco explicativo o escasamente adaptable a la estructura concreta del dataset cargado.
- *Consulta técnica y agregación:* Plataformas como LodCentral priorizan la consulta directa mediante SPARQL y la agregación de múltiples fuentes RDF. Este enfoque ofrece gran potencia y escalabilidad, pero presenta una elevada barrera de entrada. Requiere conocimientos técnicos previos y desplaza la carga cognitiva al usuario.

La Tabla I sintetiza la clasificación de las herramientas analizadas según los ejes de interacción

identificados, junto con sus principales fortalezas y limitaciones.

A partir de este análisis comparativo, se identificaron varios patrones comunes:

- La mayoría de las aplicaciones enfatiza uno de los tres ejes —consulta, visualización o navegación—, pero pocas integran los tres de forma coherente.

- Las herramientas centradas en SPARQL priorizan la flexibilidad, pero sacrifican accesibilidad.
- Las que apuestan por la visualización gráfica pierden eficacia en datasets grandes.
- Y las basadas en navegación por fichas carecen de una capa de contextualización que ayude a comprender la “forma” del grafo.

Herramienta	Enfoque	Fortalezas principales	Limitaciones
LodLive	Visualización basada en grafos; Consulta técnica	Exploración relacional intuitiva	Saturación visual en datasets grandes
WebVOWL/OntoGraf	Visualización ontológica	Comprensión del modelo conceptual	Poco orientada a datos instanciados
LodView	Navegación textual por fichas	Claridad y trazabilidad	Navegación lineal, sin síntesis
Pubby	Navegación textual por fichas	Publicación legible de URIs	Sin filtrado guiado ni visualización
Rhizomer	Navegación semántica; Búsqueda guiada parcial	Enfoque híbrido inicial	Interfaz poco adaptable al dataset
LodCentral	Consulta técnica; Agregación	Potencia y escalabilidad	Alta barrera de entrada para no expertos

Tabla 1. Comparativa de herramientas de consulta y visualización RDF según ejes de interacción

El análisis comparativo permitió identificar patrones comunes en las herramientas estudiadas:

- Predominio de un único eje de interacción, sin integración coherente de los demás.
- Alta dependencia del conocimiento técnico cuando se prioriza la consulta SPARQL.
- Pérdida de eficacia de las visualizaciones basadas en grafos en datasets grandes.
- Navegación por fichas sin mecanismos de contextualización global.
- Filtrado semántico poco flexible o escasamente adaptado al dataset activo.

Además, el análisis puso de manifiesto un vacío funcional relevante: ninguna de las herramientas analizadas incorpora de forma explícita un eje de exploración estadística y agregada del dataset. No se ofrecen métricas globales, distribuciones ni visualizaciones estructurales que actúen como punto de entrada cognitivo y faciliten una comprensión inicial del conjunto de datos.

Estas observaciones motivaron el desarrollo de un modelo equilibrado, en el que la arquitectura de la información articula los tres componentes (consulta, visualización y navegación) y los traduce a una estructura cognitiva clara y estable. El modelo propuesto se construye sobre tres ni-

veles interdependientes: macroestructural, mesoestructural y microestructural, que organizan la interacción del usuario con los datos RDF.

1. *Nivel macroestructural.* Define la organización global del sistema y los principales modos de acceso a la información. Incluye las rutas de navegación, el menú principal y los puntos de entrada: el dashboard con métricas y gráficos, la búsqueda guiada por filtrado, la consulta SPARQL y la exploración por instancias. Este nivel garantiza la coherencia general y permite recorrer el conjunto de datos de forma progresiva, desde la visión global hasta el detalle. Su objetivo es mantener la orientación del usuario y asegurar que cada acción conduzca a un resultado comprensible.
2. *Nivel mesoestructural.* Establece la jerarquía interna y las relaciones entre las entidades. Aquí se materializa la adaptación del modelo RDF a la experiencia informacional: las clases actúan como categorías base; las propiedades, como criterios de búsqueda; y las instancias, como nodos de exploración interconectados. El sistema traduce la lógica del grafo a una interfaz ordenada y predecible. Los filtros se adaptan al contexto, mostrando únicamente las propiedades relevantes para cada clase, y las fichas de instancia enlazan dinámicamente con otras entidades o recursos externos. Este nivel reproduce de forma visual

los principios de la web semántica —interconexión y trazabilidad—, pero desde la perspectiva del usuario.

3. *Nivel microestructural*. Abarca la presentación visual y la rotulación de los elementos. Se cuida el lenguaje, sustituyendo términos técnicos por etiquetas comprensibles (“Búsqueda de instancias” en lugar de “Filtros”), y se utilizan colores, iconos y mensajes de estado para ofrecer retroalimentación inmediata. Cada vista incluye ayudas contextuales y confirmaciones visuales, lo que refuerza la confianza del usuario y mejora la percepción de control. El diseño se apoya en principios de usabilidad clásica: consistencia, visibilidad del estado del sistema y prevención de errores.

El análisis comparativo de herramientas permitió extraer principios prácticos que se incorporaron directamente al modelo:

- *Consistencia y persistencia de navegación*. Los menús y rutas se mantienen estables entre vistas, evitando saltos o rupturas de contexto. Asimismo, se busca la optimización de dichas rutas, evitando crear niveles de navegación demasiado profundos que confundan al usuario.
- *Jerarquía informacional*. Cada nivel —dataset, clase, instancia, propiedad— se presenta de forma progresiva, preservando la relación entre los elementos.
- *Contextualización y explicación*. A diferencia de interfaces opacas, el modelo intenta incorporar rótulos explicativos para que el usuario sepa en todo momento lo que está viendo.
- *Adaptabilidad*. Los formularios y desplegados se ajustan dinámicamente a la estructura real del dataset activo, garantizando relevancia y reduciendo errores.
- *Escalabilidad*. El uso de un archivo JSON intermedio permite manejar conjuntos voluminosos sin degradar el rendimiento, conservando la fluidez de la experiencia.

El modelo propuesto no pretende sustituir los enfoques existentes, sino integrar sus aportaciones en una arquitectura de la información coherente, orientada a facilitar la consulta y visualización de datos RDF de gran tamaño y a reducir la carga cognitiva asociada a su exploración.

## 4. Resultados

El desarrollo del proyecto generó resultados concretos en cada una de las fases previstas. A continuación, se detallan los principales logros, orga-

nizados en cuatro bloques: especificación de requisitos, diseño de la herramienta, implementación y evaluación.

### 4.1. Especificación de requisitos

El análisis comparativo de herramientas permitió identificar las carencias más frecuentes en los entornos de consulta y visualización de datos RDF: interfaces poco intuitivas, escasa integración entre visualización y búsqueda, y alta dependencia del conocimiento técnico.

A partir de este diagnóstico se formularon *requisitos funcionales (RF)* y *no funcionales (RNF)* que guiaron todo el desarrollo posterior. Estos requisitos fueron clasificados y numerados según el esquema [TIPO]-[CATEGORÍA]-[NÚMERO].

Los RF definen lo que el sistema debe hacer para cumplir sus objetivos. Describen las acciones, operaciones o procesos que la aplicación ejecuta y que resultan visibles para el usuario. En este proyecto, los requisitos funcionales abarcan todas las capacidades esenciales relacionadas con la visualización, la navegación, la interacción y la consulta de datos RDF.

Por otro lado, los RNF establecen las condiciones bajo las cuales el sistema debe operar para asegurar su calidad, eficiencia y sostenibilidad. No describen funciones específicas, sino propiedades globales que afectan al rendimiento, la usabilidad, la compatibilidad o la escalabilidad de la aplicación.

De esta forma, los RF se agruparon en cuatro categorías: visualización, navegación, interacción y consulta de datos.

#### 4.1.1. Visualización (RF-VIS).

- *RF-VIS-01. Dashboard con métricas globales*. Debía mostrar indicadores clave (número de tripletas, clases, propiedades e instancias) y gráficos que representaran la estructura general del conjunto.
- *RF-VIS-02. Visualizaciones interactivas*. Gráficos dinámicos que permitieran interpretar distribuciones y relaciones entre entidades.
- *RF-VIS-03. Paginación y control de densidad*. Los resultados debían mostrarse de forma progresiva, evitando la sobrecarga informativa.
- *RF-VIS-04. Coherencia visual*. La interfaz debía mantener una jerarquía estable, con secciones claramente identificadas.

#### 4.1.2. Navegación (RF-NAV)

- *RF-NAV-01. Menú persistente.* Acceso permanente a las secciones principales: inicio, estadísticas, búsqueda, consulta SPARQL y ayuda.
- *RF-NAV-02. Flujo continuo.* Transiciones suaves entre dashboard, filtrado y fichas de instancia, sin pérdida de contexto.
- *RF-NAV-03. Retorno controlado.* Posibilidad de regresar en cualquier momento al punto de partida, preservando el dataset activo y los filtros aplicados.

#### 4.1.3. Interacción (RF-INT)

- *RF-INT-01. Filtrado dinámico.* El usuario debía poder combinar varios criterios (clase base, propiedad, valor, operador lógico AND/OR).
- *RF-INT-02. Eliminación y limpieza de filtros.* Control individual o global sobre los filtros activos.
- *RF-INT-03. Gestión de datasets.* Subida, actualización o eliminación de conjuntos RDF desde la interfaz.
- *RF-INT-04. Retroalimentación visual.* Confirmaciones y mensajes de progreso tras acciones críticas como la carga o regeneración de datasets.

#### 4.1.4. Consulta (RF-CON)

- *RF-CON-01. Editor SPARQL integrado.* Permitir la ejecución directa de consultas sobre el dataset activo.
- *RF-CON-02. Resultados descargables.* Exportación de los datos en formatos estándar (CSV, TSV, JSON, Turtle).
- *RF-CON-03. Subgrafo RDF de filtrado.* Generación de un conjunto reducido a partir de los resultados de búsqueda.
- *RF-CON-04. Mensajes de estado.* Información clara ante consultas vacías o errores de conexión.

Por su parte, Los RNF se definieron en torno a tres categorías: rendimiento, usabilidad y arquitectura y compatibilidad:

#### 4.1.5. Rendimiento (RNF-REN).

- Tiempos de respuesta razonables.
- Carga progresiva mediante paginación.

- Uso de archivos intermedios (JSON) para acelerar las operaciones frecuentes.

#### 4.1.6. Usabilidad (RNF-USA)

- Interfaz clara y coherente.
- Pantallas de carga con información visual.
- Etiquetas comprensibles para usuarios no expertos.

#### 4.1.7. Ayudas y mensajes de orientación contextual

- Arquitectura y compatibilidad (RNF-ARC).
- Adaptabilidad a distintos conjuntos RDF.
- Escalabilidad para conjuntos de gran tamaño.
- Uso de tecnologías abiertas y compatibles con estándares semánticos.

El catálogo de requisitos se utilizó como una hoja de ruta para el desarrollo del proyecto, asegurando la trazabilidad entre objetivos, decisiones de diseño y resultados finales.

## 4.2. Diseño de la herramienta

La fase de análisis y diseño se divide, a su vez, en 3 subetapas —definición de los casos de uso, comparativa y selección de la arquitectura tecnológica, y elaboración de mockups— en las que se aplican de manera progresiva los principios de la arquitectura de la información para conceptualizar la herramienta.

### 4.2.1. Casos de uso

Para describir el comportamiento del sistema desde la perspectiva del usuario final se definieron una serie de casos de uso que cubren el ciclo completo de uso de la aplicación: visión global del conjunto, exploración por clases e instancias, consulta y exportación, y gestión básica de datasets. De este modo, se pretende representar de forma estructurada las acciones que los usuarios podían realizar dentro de la aplicación y las respuestas que el sistema debía ofrecer en cada situación. Su finalidad fue garantizar que el desarrollo respondiera a necesidades reales de interacción con los datos RDF y que las funciones implementadas cubrieran todo el ciclo de uso previsto. Para su elaboración se partió del conjunto de requisitos funcionales, analizando cada uno y agrupándolos según las tareas que implicaban una interacción directa con el usuario. Posteriormente, se diseñaron los flujos de trabajo asociados a cada tarea, definiendo desencadenantes, condiciones iniciales, secuencias de pasos, excepciones y resultados esperados.

El proceso de identificación de los casos de uso se apoyó en la observación de patrones comunes en herramientas similares y en la experiencia práctica durante las primeras pruebas del prototipo. Se identificaron las acciones más frecuentes que debía realizar un usuario no experto para explorar un dataset RDF: acceder al dashboard, aplicar filtros, inspeccionar instancias, ejecutar consultas SPARQL o exportar resultados. Cada una de estas acciones se tradujo en un caso de uso independiente, documentado con un título, un objetivo y un flujo principal de interacción. También se añadieron flujos alternativos para contemplar posibles errores o situaciones no previstas, como la ausencia de resultados o la carga de archivos no válidos.

Los casos de uso resultaron fundamentales para planificar el desarrollo y la validación de la aplicación. Permitieron comprobar que cada módulo respondía a una necesidad funcional concreta y que la interfaz mantenía coherencia entre vistas. Además, sirvieron como base para las pruebas con usuarios, ya que las tareas definidas en la evaluación se correspondieron directamente con los casos de uso. Se identificaron ocho casos de uso:

- *CU-01. Visualización del dashboard del dataset.* Proporciona una panorámica del conjunto de datos mediante métricas y gráficas. El usuario selecciona un dataset activo y accede a Estadísticas; si no hay filtros aplicados, el sistema presenta automáticamente el panel de indicadores y las visualizaciones asociadas.
- *CU-02. Visualización de clases.* Permite examinar en detalle una clase concreta (instancias y propiedades asociadas). Tras seleccionar el dataset y acceder a Estadísticas, el usuario elige una clase base y el sistema muestra el listado de instancias y un desplegable de propiedades restringido a dicha clase, incluyendo su frecuencia de uso. Si no existen datos, se muestra un mensaje informativo.
- *CU-03. Filtrado.* Habilita la construcción de consultas guiadas mediante un formulario con parámetros (sujeto, propiedad, objeto, clase base, clase adicional) y combinación AND/OR. Al ejecutar la búsqueda, el sistema actualiza el listado de instancias. Se contemplan estados de sin resultados, eliminación individual de filtros y limpieza total del criterio aplicado.
- *CU-04. Visualización de instancias.* Facilita la inspección de una entidad concreta, sus atributos y valores. Desde el listado filtrado, el usuario abre la ficha de instancia y puede navegar a entidades relacionadas. Si la instancia carece de información, se informa explícitamente.
- *CU-05. Consulta de datos semánticos.* Ofrece un espacio de consulta avanzada donde introducir SPARQL y obtener resultados en tabla paginada. En ausencia de respuestas, el sistema muestra mensajes de estado que orientan sobre la situación.
- *CU-06. Exportar datos consultados.* Permite descargar los resultados de una consulta formal en formatos estándar (CSV, JSON, TSV). Tras visualizar la tabla, el usuario selecciona el formato y el sistema genera y entrega el archivo; los errores de exportación se comunican de forma clara.
- *CU-07. Exportación de resultados filtrados.* Genera un subgrafo RDF a partir del resultado del filtrado, descargable en Turtle (.ttl). El botón de exportación solo aparece cuando hay resultados; en caso contrario o ante errores en la generación, se informa al usuario.
- *CU-08. Carga de nuevos datasets.* Cubre la ingesta de conjuntos RDF desde la interfaz. El flujo incluye selección del archivo, confirmación, almacenamiento en el repositorio de datos, generación del resumen estructurado y retorno a la página principal con el nuevo dataset disponible. Los formatos inválidos o fallos de conexión desencadenan mensajes explicativos.

En todos los casos de uso se mantuvo una lógica común basada en la progresión y la continuidad de la experiencia. Cada acción fue concebida como un paso dentro de un mismo recorrido informativo. Esta coherencia evita rupturas en la navegación y permite que el usuario mantenga siempre el sentido de lo que está haciendo. Los casos de uso, además, comparten una misma estructura de respuesta del sistema: mostrar información comprensible, ofrecer confirmaciones visuales y permitir retomar el flujo anterior sin perder el contexto.

#### 4.2.2. Arquitectura tecnológica de la aplicación

La aplicación adopta una arquitectura multicapa con separación estricta de responsabilidades en presentación, aplicación y datos. Este enfoque alinea las decisiones de diseño con los requisitos funcionales y no funcionales previamente definidos y facilita la evolución del sistema sin dependencias innecesarias.

En la capa de presentación (frontend) se concentra la experiencia de usuario y la arquitectura de

la información: es la encargada de mostrar los contenidos en el formato más adecuado y de capturar las interacciones del usuario.

Por su parte, la capa de aplicación (backend) implementa la lógica del sistema: procesa las interacciones detectadas y genera las respuestas oportunas, ejecuta las consultas necesarias sobre la base de datos, realiza el procesamiento y cálculo de la información y genera recursos destinados a optimizar el comportamiento del sistema.

La capa de datos almacena los conjuntos RDF y gestiona las consultas remitidas desde la capa de aplicación.

De esta forma, el flujo sistémico es directo: cuando el usuario interactúa desde la capa de presentación, la petición se envía al backend, que interpreta la entrada, ejecuta la consulta sobre la capa de datos y transforma la respuesta para su presentación legible en el frontend.

Definida la estructura de la solución, se realizó una comparativa sistemática por capas para seleccionar las tecnologías concretas, basada en criterios homogéneos como compatibilidad con RDF/SPARQL, rendimiento, escalabilidad, documentación, licenciamiento, facilidad de uso y aprendizaje, lenguaje y adecuación al proyecto. La evaluación empleó un esquema de puntuación que asigna valores según el grado de cumplimiento (muy alto/alto/medio/bajo) y resuelve los casos dicotómicos con asignación binaria, de forma consistente en todas las tablas de decisión.

En la capa de presentación, se valoraron Angular, Django, React y Vue.js, obteniendo Django la mejor puntuación por su capacidad para integrar con sencillez la presentación y la lógica de aplicación mediante vistas y plantillas.

Para la generación de visualizaciones gráficas se compararon Apache ECharts, Chart.js, D3.js y Plotly.js. Considerando la facilidad de uso y la necesidad de construir dashboards interactivos y múltiples vistas con buen tiempo de desarrollo, Plotly.js resultó la opción más adecuada.

En la capa de aplicación (backend) se evaluaron ASP.NET Core, Django, Express y Node.js. De nuevo, Django alcanzó la puntuación más alta, destacando por su cohesión full-stack, su documentación y la rapidez de prototipado.

En la capa de datos se analizaron AllegroGraph, Apache Jena Fuseki, Blazegraph, GraphDB, Neo4j y Virtuoso RDF. Atendiendo a compatibilidad estándar, facilidad de despliegue, documentación y encaje con el resto de las capas, Apache Jena Fuseki ofreció la mejor adecuación para el prototipo y el flujo de trabajo previsto.

Así, del cruce de evaluaciones por capa se derivó la pila tecnológica seleccionada: Django para orquestar la interfaz y la lógica de la aplicación con plantillas HTML/CSS; Plotly.js para las visualizaciones interactivas del dashboard y vistas asociadas; y Apache Jena Fuseki como servidor SPARQL para almacenar los conjuntos RDF y responder a las consultas. Como conector entre aplicación y datos se adoptó SPARQLWrapper, que proporciona una interfaz sencilla y estable para ejecutar consultas y recuperar resultados de forma uniforme. Esta selección maximiza la coherencia entre capas, reduce la fricción de integración y da respuesta directa a los requisitos clave definidos en la primera fase, a la vez que ofrece un margen claro de extensibilidad sin comprometer la estabilidad del núcleo funcional.

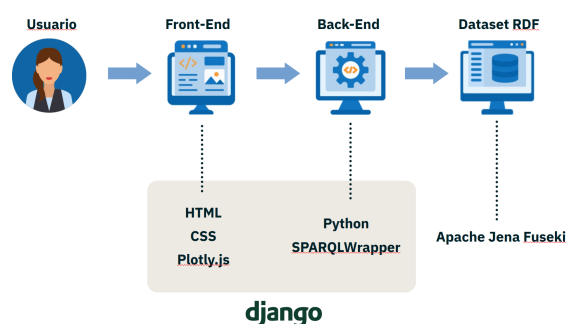


Figura 1. Tecnologías de software utilizadas

#### 4.2.3. Mockups

Los mockups constituyeron una fase esencial dentro del diseño del sistema y se situaron de manera intencionada después de la definición de los casos de uso. Una vez identificadas las acciones principales del usuario y los flujos de interacción, era necesario visualizar cómo se materializaban esas acciones en la interfaz. Los mockups sirvieron para convertir los flujos conceptuales en estructuras visibles, permitiendo verificar la coherencia del modelo de navegación y la adecuación de la arquitectura de la información antes de iniciar la programación. Esta ubicación dentro del proceso metodológico responde a una razón práctica: solo cuando se conocen las tareas y los pasos que el usuario debe realizar tiene sentido representar su entorno visual y la disposición de los elementos que las harán posibles.

El objetivo de esta fase fue anticipar la experiencia de uso y comprobar que la disposición de menús, botones, paneles, gráficos y formularios era clara y funcional. Los mockups permitieron evaluar la jerarquía informativa, la legibilidad de las etiquetas y la relación entre vistas, evitando rediseños posteriores. Actuaron, además, como una herramienta de comunicación, permitiendo que

las decisiones sobre el diseño no dependieran de la intuición, sino de una representación verificable. Su elaboración fue, por tanto, una etapa de validación temprana que consolidó la arquitectura visual del sistema.

Los mockups se desarrollaron con un nivel de detalle intermedio, suficiente para transmitir la estructura, los flujos y los componentes funcionales sin entrar aún en aspectos de estilo o color. Cada vista se diseñó pensando en la tarea que debía resolver el usuario y en la continuidad entre una acción y la siguiente. Se elaboraron cinco pantallas principales, que abarcan el recorrido completo del usuario dentro de la aplicación:

4. *Página de inicio.* Diseñada como punto de acceso a la herramienta. Contiene un selector de dataset, un enlace para subir nuevos conjuntos RDF y accesos directos al dashboard. Desde esta página se establece el primer contacto del usuario con la aplicación. Se cuidó especialmente la claridad del formulario y la visibilidad de los botones de acción. Si no existen datasets cargados, el sistema redirige automáticamente al flujo de subida, evitando pantallas vacías o errores de inicio.

5. *Dashboard.* Representa la visión global del conjunto de datos. Muestra tarjetas con métricas clave (tripletas, clases, propiedades e instancias) y gráficos generados con Plotly.js que describen distribuciones y relaciones. El propósito del mockup fue comprobar que la disposición de los gráficos y de los indicadores permitía una lectura inmediata del estado del dataset. También se validó la integración del formulario lateral de filtrado, garantizando que ambos elementos —estadísticas y filtros— se percibieran como partes de una misma vista y no como secciones separadas.

6. *Resultados de filtrado.* Diseñado para visualizar las instancias que cumplen los criterios definidos por el usuario. El mockup planteó una tabla paginada, con los filtros activos visibles en la parte superior. Cada resultado debía mostrar identificadores legibles y permitir el acceso directo a la ficha de la instancia. Se probó la legibilidad del listado y la posición de los controles para añadir o eliminar filtros, buscando mantener el equilibrio entre la densidad de información y la claridad de lectura.

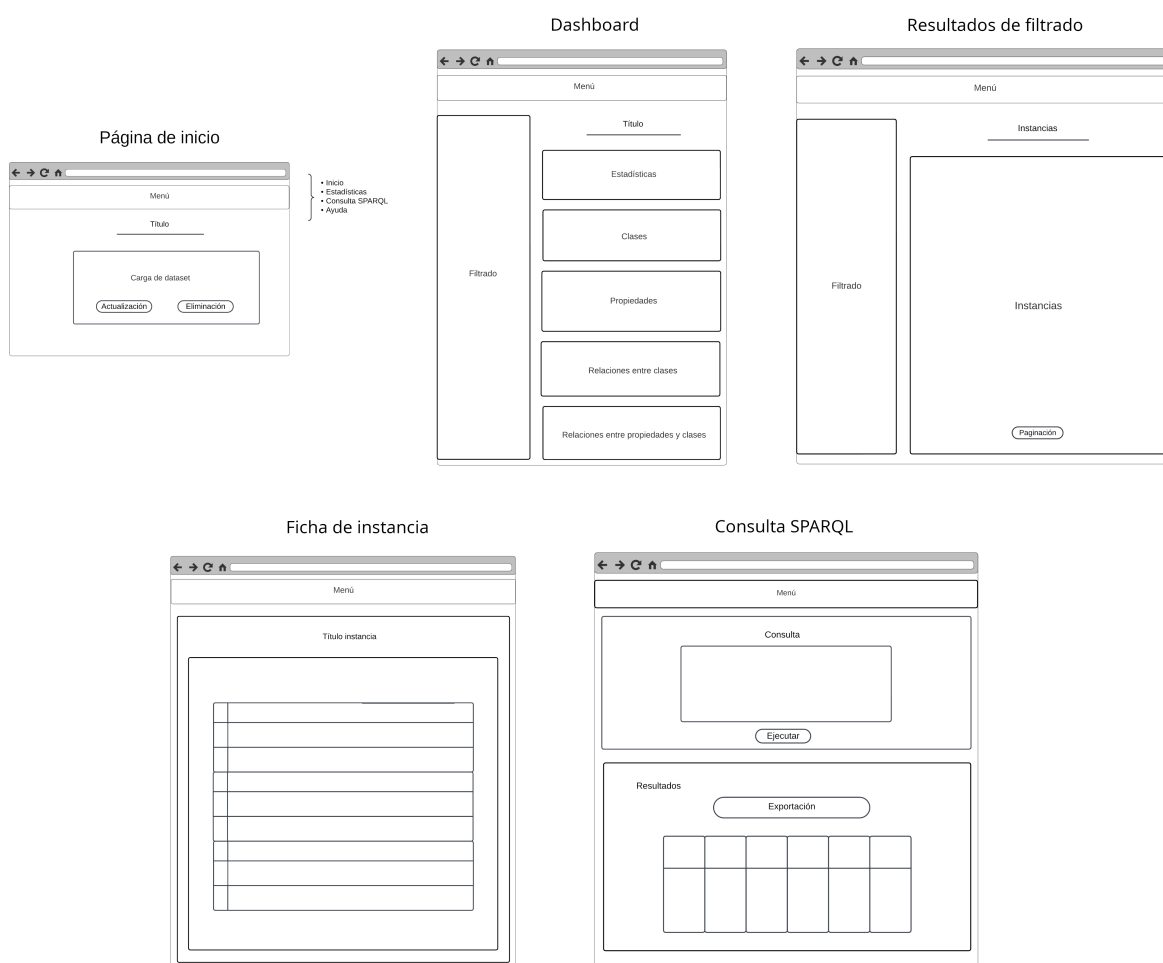


Figura 2. Mockups de la aplicación web

7. *Ficha de instancia*. Esta vista permite examinar una entidad concreta. Los mockups mostraron una tabla con atributos y valores, enlaces a otras instancias relacionadas y a recursos externos. Se diseñó un sistema de navegación cruzada mediante hipervínculos dinámicos, de modo que el usuario pudiera pasar de una entidad a otra sin perder la orientación. Se comprobó también la legibilidad de las URIs y la necesidad de mostrar etiquetas procesadas en lugar de identificadores técnicos.
8. *Consulta SPARQL*. Mockup orientado a ilustrar la página de consulta avanzada. Incluye un campo de texto para introducir sentencias SPARQL, un botón de ejecución y una tabla de resultados. Se añadieron opciones de exportación en CSV, TSV y JSON. Se buscó mantener una estructura limpia que no intimidara al usuario menos experto, pero que siguiera siendo útil para perfiles técnicos.

El desarrollo de los mockups se realizó de manera iterativa. Cada pantalla se ajustó tras revisiones sucesivas. Se compararon las vistas con los casos de uso previamente definidos para confirmar que cada flujo de interacción tenía una correspondencia visual clara. Esta comprobación evitó ambigüedades y aseguró que todas las funcionalidades descritas en los casos de uso tuvieran un reflejo directo en la interfaz.

Además, los mockups sirvieron como base para la implementación en Django, ya que permitieron definir de forma anticipada la estructura de las plantillas HTML y la jerarquía de los bloques reutilizables. Se elaboró una plantilla base para albergar los elementos comunes a cada una de las

páginas, lo que facilitó mantener la consistencia visual y coherencia en la navegación, a la vez que se simplificó el desarrollo. Gracias a este trabajo previo, el paso de diseño a código fue rápido y estable, sin necesidad de modificaciones profundas en la estructura general del sistema.

#### 4.3. Implementación

Tras el diseño, se procedió a la implementación de la herramienta. El código fuente está publicado en un repositorio público bajo licencia Creative Commons Zero v1.0 Universal (CC0 1.0) e incluye un archivo README.md con instrucciones de despliegue y uso (1). De esta forma, la implementación comenzó con la configuración del entorno de trabajo, tanto del framework de desarrollo web como del triplestore para almacenamiento/consulta de datos RDF.

A partir de ahí se generó el esqueleto del proyecto, organizado modularmente para favorecer la mantenibilidad: un fichero central de vistas encargado de procesar las peticiones y orquestar la lógica de la aplicación; un directorio de plantillas HTML que materializa la capa de presentación, extensible desde una plantilla base común; una hoja de estilos CSS; una clase específica para encapsular la conexión con el endpoint SPARQL; y un conjunto de utilidades auxiliares para construir consultas y ejecutar funciones de apoyo.

Una vez desplegadas las tecnologías, el primer paso fue habilitar la ingesta de datos desde la propia interfaz mediante una página de subida que valida formatos RDF admitidos (.ttl, .rdf, .nt) (Figura 3).

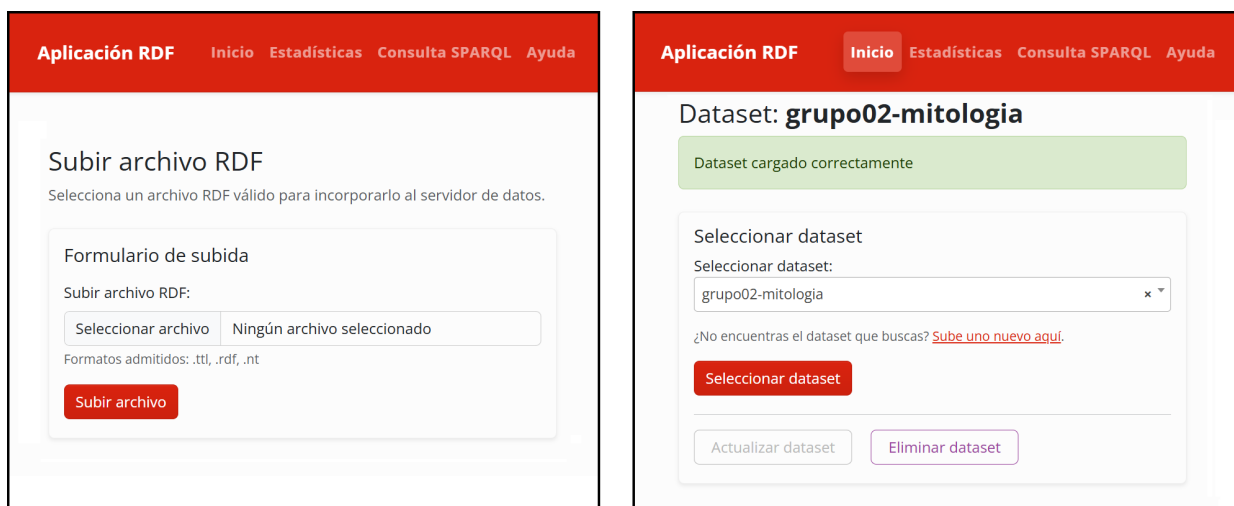


Figura 3. Ingesta de datasets (izquierda) y página de inicio (derecha)

Cada vez que se incorpora un conjunto, el sistema genera automáticamente un archivo JSON

asociado que actúa como resumen estructurado del dataset (con estadísticas globales, estructuras

para gráficos y catálogos de clases y propiedades), redirigiendo después a la página de inicio con el conjunto preseleccionado. Este archivo evita cálculos duplicados y reduce los tiempos de espera, mejorando la experiencia de uso al presentar la información de forma inmediata.

Para reforzar el rendimiento percibido, se añadió una pantalla de progreso con mensajes dinámicos que informan al usuario del proceso que se ejecuta en segundo plano. Posteriormente, se desarrolló la página de inicio, que incluye, además del selector del conjunto activo, accesos a la subida de nuevos conjuntos, a la regeneración del archivo JSON (en caso de cambios o inciden-

cias) y a la eliminación del dataset previa confirmación. Si no hay conjuntos disponibles, el sistema redirige automáticamente al flujo de ingesta

Seguidamente, se implementó la sección de estadísticas, que contempla dos vistas según el contexto (Figura 4). En ausencia de filtros, se presenta un dashboard con tarjetas de métricas (tripleas, clases, propiedades, instancias) y gráficos interactivos que describen distribuciones y relaciones, ofreciendo una panorámica inicial clara. Cuando el usuario aplica filtros, la interfaz muestra un listado paginado de instancias que cumplen los criterios, junto con etiquetas visibles de los filtros activos y opciones para retirarlos individualmente o limpiarlos todos a la vez.

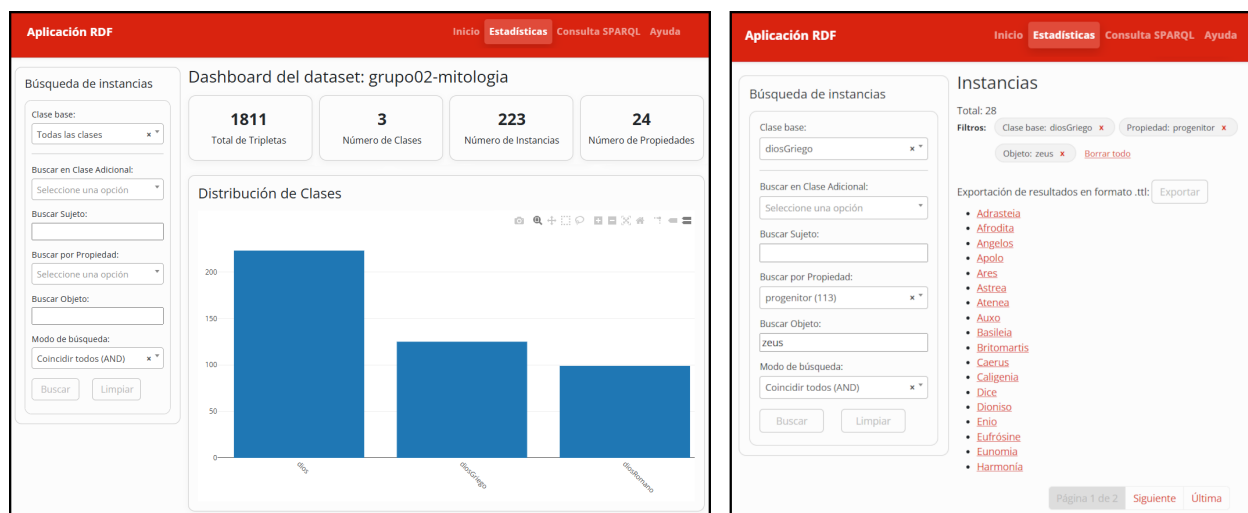


Figura 4. Página de estadísticas (izquierda) y listado de instancias con filtrado (derecha)

En ambas situaciones permanece accesible el formulario lateral de filtrado que permite combinar parámetros: clase base, clase adicional, sujeto, propiedad y objeto, combinables con operadores AND/OR.

La clase base desempeña un papel clave para el control del espacio de búsqueda, ya que fija la población sobre la que se aplican el resto de los filtros. Por ello, no se le aplica el operador AND/OR, pues define el universo sobre el que se ejecutan las condiciones restantes.

A partir de ella, la interfaz adapta el desplegable de propiedades restringiéndolas a las efectivamente utilizadas por dicha clase e incorporando su frecuencia de uso. Este mecanismo permite acercar la búsqueda de instancias a distintos perfiles, haciéndola más accesible e intuitiva incluso para quienes no dominan SPARQL.

Además del filtrado en pantalla, se habilitó la exportación de resultados en formato Turtle (.ttl) ge-

nerando un subgrafo con las instancias que cumplen los criterios junto con toda su información, lo que facilita su reutilización y análisis posterior.

Para la inspección pormenorizada se desarrolló la ficha de instancia, que presenta en tabla las propiedades y valores de la entidad seleccionada, procesando la URIs para mostrar etiquetas legibles. Se implementaron enlaces “inteligentes” que, según el tipo de valor, permiten navegar a la ficha de otra instancia relacionada, abrir un listado de instancias ya parametrizado por clase o consultar el recurso externo en una nueva pestaña; con ello se favorece una exploración encadenada sin pérdida del rastro de búsqueda.

La herramienta incorpora asimismo una página de consulta avanzada donde el usuario puede introducir sentencias SPARQL, ejecutarlas sobre el conjunto activo y visualizar los resultados en tabla con paginación. Desde esta misma interfaz se ofrece la exportación de los resultados tabulares en formatos CSV, TSV y JSON.

The image shows two side-by-side screenshots of a web application. The left screenshot displays an instance card for 'Afrodita' with a table of properties and values. The right screenshot shows a SPARQL query interface with a text input field containing a query, an 'Ejecutar consulta' button, and a results section showing a single result for 'dios'.

Propiedad	Valor
type	<a href="#">diosGriego</a>
type	<a href="#">dios</a>
label	Afrodita
genero	femenino
imagen	<a href="#">Aphrodite8.jpg</a>
progenitor	<a href="#">Zeus</a>
tieneContraparteRomana	<a href="#">Venus</a>
esLoMismoQue	<a href="#">Astarté</a>
conyuge	<a href="#">Hefesto</a>
pareja	<a href="#">Dioniso</a>

Figura 5. Ficha de instancia (izquierda) y Consulta SPARQL (derecha)

Asimismo, se añadió una página de ayuda accesible desde el menú principal con orientaciones de uso y resolución de incidencias frecuentes. Por otro lado, con el fin de garantizar una presentación homogénea y una correcta adaptación a distintos tamaños de pantalla, la interfaz de la aplicación se ha estructurado empleando el framework Bootstrap 5. Sobre esta base se ha definido una hoja de estilos complementaria, reducida a los ajustes necesarios para adaptar la distribución visual de los componentes, mejorar la legibilidad y asegurar una jerarquía clara entre los elementos informativos. Además, dado que la aplicación está en código abierto, el usuario puede acceder y modificar el tema incluido por defecto – simplex – para incluir cualquier tema compatible con Bootstrap 5, de modo que se puede modificar el aspecto visual sin alterar la estructura funcional del sistema.

Concluida la integración del esquema de interfaz, se realizó una comprobación de accesibilidad mediante la herramienta WAVE (WebAIM), cuyo análisis confirmó la ausencia de errores estructurales y de atributos ARIA. Las únicas observaciones detectadas se correspondían con contrastes de color dependientes del tema elegido por el usuario, por lo que no se modificaron, dado que forman parte de la personalización visual y no de la implementación base. La estructura HTML-Bootstrap, así como las etiquetas asociadas, cumplen así los requisitos esenciales de accesibilidad y navegación por teclado.

La implementación cubre el ciclo completo previsto: gestión de datasets, dashboard y filtrado adaptativo, exploración por instancias, consulta avanzada y exportaciones. Todo ello apoyado en

Bootstrap 5 para la personalización y mejora del estilo visual, el archivo JSON para acelerar la experiencia, en la paginación para controlar la carga informativa y en los estados visibles del sistema que refuerzan la usabilidad y la degradación controlada en escenarios de mayor volumen.

#### 4.4. Evaluación

El objetivo de esta fase fue validar la utilidad, eficacia y usabilidad de la herramienta, comprobando si usuarios sin experiencia previa en tecnologías semánticas podían completar con éxito las tareas clave y si la experiencia de uso resultaba clara y satisfactoria. Para ello se diseñó una prueba estructurada en la que participantes interactuaron con la interfaz, resolvieron un conjunto de tareas y valoraron su percepción mediante un cuestionario estandarizado, complementado con preguntas abiertas.

La evaluación se articuló en tres bloques:

- Tareas prácticas. Se propusieron cinco tareas representativas del uso real: subida de datasets RDF, exploración del dashboard, búsqueda mediante filtrado, ejecución de consultas SPARQL y gestión básica de conjuntos. Cada tarea incluía una pregunta de verificación para confirmar su correcta finalización.
- Cuestionario SUS (System Usability Scale). Se administró el instrumento de 10 ítems (Likert 1–5), alternando afirmaciones positivas y negativas. El SUS mide usabilidad percibida; es sensible a la experiencia subjetiva del participante. Se empleó el cálculo estándar:

transformación de ítems (impares: respuesta-1; pares: 5-respuesta) y multiplicación de la suma por 2,5 para obtener la puntuación final (0-100). Se considera una puntuación mayor que 68 como usabilidad por encima de la media y mayor o igual que 78,9 como excelente.

- Preguntas abiertas. Se recogieron observaciones sobre elementos confusos, funcionalidades más útiles, mejoras deseables y posibles usos. Las respuestas se codificaron temáticamente con un enfoque cualitativo inductivo, contabilizando la frecuencia de aparición de cada tema para identificar patrones, fortalezas y áreas de mejora.

La recogida de datos se realizó mediante Google Forms, aportando contextualización, instrucciones, tareas guiadas, cuestionario SUS y bloque final de observaciones. En cumplimiento de las directrices éticas de la Universidad de Murcia, se facilitó hoja de información y consentimiento informado; la participación fue voluntaria, anónima y con fines exclusivamente académicos. Se publicó una copia PDF de la encuesta y la hoja de cálculo con resultados agregados en Zenodo (2).

Con respecto a los participantes, la evaluación fue realizada por un grupo de 16 personas con formación en informática y experiencia en el uso de las TIC, sin conocimientos previos en RDF/SPARQL. Este perfil permitió focalizar la evaluación en usabilidad de la interfaz, eficacia de los flujos y curva de aprendizaje, aislando el efecto de la especialización semántica.

Los datos recogidos se exportaron a una hoja de cálculo organizada en tres pestañas correspondientes a cada sección de la evaluación publicada en el conjunto de datos de Zenodo mencionado anteriormente.

Respecto a la resolución de tareas, que estudia la efectividad del sistema, se obtuvo una efectividad global del 100%: todos los participantes completaron correctamente las cinco tareas. Las respuestas de verificación no detectaron errores ni incidencias, indicando que la herramienta es funcional y comprensible para el perfil definido y que la interfaz facilita la interacción con datos RDF sin necesidad de experiencia previa en tecnologías semánticas.

En cuanto al cuestionario SUS; la puntuación media fue de 81,41 puntos, situada en el rango de excelente usabilidad. Esta cifra refleja una percepción positiva en términos de intuitividad, eficiencia y satisfacción con el diseño y el funcionamiento general.

Finalmente, la sección de preguntas abiertas recoge valoraciones más detalladas y extensas. Para cada una se elaboró una tabla con una codificación temática de las respuestas y la frecuencia de aparición.

En la primera pregunta, orientada a identificar elementos confusos o poco intuitivos, una parte significativa de los participantes declaró no haber experimentado dificultades, lo que refuerza la solidez general de la interfaz. No obstante, las respuestas restantes señalaron áreas de mejora concretas. Destaca, en primer lugar, la insuficiente retroalimentación visual en momentos clave del flujo, por ejemplo, al seleccionar o cargar un dataset, lo que genera incertidumbre sobre la ejecución efectiva de la acción. En segundo lugar, se apuntó la falta de contextualización en la sección de consulta SPARQL, que para usuarios sin experiencia previa en tecnologías semánticas puede resultar un punto de entrada abrupto. También aparecieron observaciones puntuales de ambigüedad terminológica (el rótulo "Filtros" no siempre transmite con precisión el funcionamiento del panel), así como dudas sobre los conteos que acompañan al desplegable de propiedades y la ubicación menos esperada de algunos controles de navegación. En conjunto, estos hallazgos sugieren reforzar el feedback de sistema (confirmaciones y estados), clarificar los rótulos (etiquetas y mensajes breves de ayuda) y ofrecer pistas contextuales en las vistas avanzadas.

En la segunda pregunta, centrada en las funcionalidades más útiles, el patrón fue nítido: la búsqueda mediante filtrado fue la opción más valorada. Los participantes destacaron su carácter accesible e intuitivo. En segundo plano, pero con apreciación clara, se situaron la consulta SPARQL, que aporta profundidad para usuarios avanzados. Las visualizaciones del dashboard también se percibieron como una puerta de entrada eficaz para comprender la "forma" del conjunto. De manera más puntual se valoraron el cambio ágil de dataset y la exportación de resultados. En suma, los usuarios reconocen el binomio dashboard-filtrado como la principal palanca para explorar RDF sin requerir conocimientos técnicos.

La tercera pregunta indagó en mejoras y nuevas funcionalidades. Las propuestas fueron diversas, sin concentrarse en un único aspecto, pero pueden agruparse en bloques coherentes. En el ámbito de estadísticas y visualización, se reclamó una mayor coherencia entre el panel de filtrado y las gráficas (p. ej., separar o conectar mejor ambos elementos), contextualizar cada visualización con descripciones breves, incorporar una vista de relaciones (grafo de entidades), ofrecer

estadísticas por clase base, ampliar la flexibilidad del filtrado y representar las ontologías utilizadas. En el plano de interfaz y usabilidad, se sugirió hacer más explícita la navegación (marcar la sección activa), mejorar la adaptación a pantallas grandes, autoaplicar filtros al modificar entradas en el filtrado, facilitar la lectura de nombres largos en el selector de datasets y clarificar aún más el panel de filtrado. Para SPARQL, se propuso añadir una guía breve o ejemplos iniciales. En gestión de datasets, se mencionó la posibilidad de ofrecer operaciones avanzadas (duplicar, modificar, fusionar) y confirmaciones visuales tras la carga. Finalmente, aparecieron peticiones puntuales sobre exportaciones (más metadatos descriptivos) y aspectos técnicos (HTTPS y dominio propio). Estas buscan pulir coherencia, orientación, ampliación de las funcionalidades y continuidad de la experiencia.

La cuarta pregunta abordó la utilidad percibida en contextos personales, académicos o profesionales. La aportación más repetida fue la exploración y análisis ágil de datasets RDF de diversa procedencia: la posibilidad de “cargar y comprender” con rapidez un conjunto se considera especialmente valiosa para diagnósticos preliminares y toma de contacto con datos nuevos. También se resaltó la aplicabilidad en escenarios de gran volumen, donde la combinación de filtrado, consulta y visualización agiliza el trabajo. En cuanto a perfiles, se identificaron usos para expertos en RDF y profesionales de la información, pero también un valor didáctico para el aprendizaje de RDF/SPARQL mediante la experimentación. Se mencionaron, además, casos más específicos: recuperación avanzada mediante SPARQL, organización temática y validación de ontologías, lo que muestra la versatilidad de la herramienta. Una respuesta indicó no ver utilidad en el plano personal, coherente con el carácter especializado del sistema.

Los resultados de la evaluación confirman la solidez general del modelo y la efectividad de la aplicación. La herramienta demostró ser estable, comprensible y funcional incluso para usuarios sin experiencia previa en RDF o SPARQL. El 100 % de efectividad en las tareas y una usabilidad percibida excelente (SUS = 81,41) evidencian que los principios de diseño aplicados —claridad, jerarquía visual y coherencia entre vistas— se tradujeron en una experiencia de uso intuitiva y satisfactoria. El sistema consigue que las funciones principales —visualización, filtrado y consulta— se integren sin rupturas, lo que permite recorrer el ciclo completo de análisis de un dataset RDF desde una lógica progresiva y guiada.

El sistema de filtrado se consolida como la pieza clave del modelo. Su diseño traduce la lógica

abstracta de las tripletas RDF en una experiencia de búsqueda comprensible, basada en formularios dinámicos y operadores simples. La posibilidad de combinar criterios y obtener resultados en tiempo real acerca la consulta semántica a una práctica habitual para el usuario general. En la evaluación, esta función fue la más valorada, no solo por su utilidad práctica, sino porque actúa como mediadora entre la visión global del dashboard y el análisis detallado de las instancias. Permite descubrir patrones sin necesidad de escribir código y, en conjunto, reduce la barrera cognitiva de acceso a los datos enlazados.

El dashboard es un punto de entrada eficaz para comprender la estructura del conjunto de datos. La presentación de métricas globales, combinada con visualizaciones interactivas, ofrece una representación clara de la “forma” del grafo y de sus proporciones internas. Los usuarios lo percibieron como un punto de orientación inicial que ayuda a contextualizar la exploración posterior. Este resultado confirma que la visualización no es un complemento, sino un elemento fundamental para transformar la complejidad de los datos RDF en conocimiento comprensible. La lectura visual del conjunto favorece la interpretación y mejora la percepción general de control sobre el sistema.

Aun así, el rendimiento observado y la buena acogida no eliminan ciertos condicionantes del sistema que limitan su alcance. El más relevante es la dependencia de la calidad del modelado semántico de los datasets cargados (Zaveri et al., 2013). Cuando el grafo presenta incoherencias —clases indefinidas, propiedades mal empleadas, etiquetas ausentes o relaciones incompletas—, la interfaz pierde capacidad explicativa. Las métricas dejan de reflejar la estructura real del dominio y las visualizaciones pueden inducir interpretaciones erróneas. Este problema es inherente a la naturaleza heterogénea de los datos RDF, pero marca un límite importante: la herramienta no puede suplir deficiencias ontológicas de los conjuntos de datos que se cargan en ella.

También se identificaron restricciones operativas ligadas a la escala. En datasets muy extensos, el tiempo necesario para aplicar filtros o generar resultados puede aumentar de forma perceptible, incluso con mecanismos de paginación y resúmenes precalculados. Algunas combinaciones de criterios —por ejemplo, búsquedas sobre clases muy pobladas o propiedades con alta cardinalidad— incrementan el volumen intermedio de datos procesados y, con ello, la latencia en las respuestas. Aunque la arquitectura multicapa y el uso de archivos JSON optimizan la experiencia, persiste un límite práctico al rendimiento bajo car-

gas elevadas. Este comportamiento es coherente con la naturaleza intensiva de las consultas semánticas y con el objetivo del prototipo, que prioriza la claridad y la robustez sobre la velocidad extrema.

Otra limitación, de carácter cognitivo, está vinculada a la curva de aprendizaje conceptual. Si bien la herramienta reduce considerablemente la complejidad técnica, sigue requiriendo un mínimo conocimiento de los conceptos básicos de RDF: clase, instancia, propiedad, sujeto y objeto. Entender estas nociones resulta necesario para interpretar correctamente los resultados del filtrado o las relaciones mostradas en las fichas de instancia. Sin este bagaje, la experiencia puede seguir siendo operativa, pero parte del significado semántico se pierde. Algo similar ocurre con la sección SPARQL: aunque está integrada y funcional, su aprovechamiento pleno requiere familiaridad con el lenguaje y con el esquema del dataset activo.

## 5. Conclusiones

Este trabajo ha desarrollado y validado una aplicación web para la consulta y visualización de grandes conjuntos de datos semánticos RDF. Se han cumplido los objetivos propuestos y se ha demostrado la viabilidad de un modelo operativo que combina visión global, búsqueda guiada y consulta avanzada en un mismo entorno. La herramienta articula tres ejes complementarios: un dashboard que sintetiza el grafo mediante métricas y visualizaciones interactivas; un sistema de filtrado adaptativo que aproxima la consulta semántica a la búsqueda tradicional; y un espacio SPARQL pensado para usuarios con conocimientos técnicos. Todo ello se completa con exportaciones en formatos estándar (CSV, TSV, JSON y Turtle), lo que asegura la trazabilidad, la interoperabilidad y la reutilización de los resultados.

El proyecto ha definido de forma explícita los requisitos funcionales y no funcionales, ha justificado la pila tecnológica (Django, Plotly.js y Apache Jena Fuseki) y ha construido una arquitectura multicapa que separa la presentación, la lógica y los datos. Esta estructura ha permitido una implementación modular, fácilmente mantenible y extensible. La aplicación final cubre el ciclo completo de interacción: ingesta y gestión de datasets, visualización global, filtrado, exploración por instancias, consulta avanzada y exportación de datos. Todo ello se ha logrado manteniendo un equilibrio entre rendimiento técnico y comprensión cognitiva, con un diseño centrado en la claridad y la accesibilidad.

Entre las aportaciones más relevantes destaca la integración coherente de tres niveles de lectura:

global, intermedia y detallada. El usuario puede pasar del conjunto al elemento sin perder la orientación. Este tránsito continuo entre escalas no es habitual en las herramientas semánticas existentes, y constituye una de las principales innovaciones del modelo. La independencia de dominio —al adaptarse automáticamente a la estructura del dataset cargado— amplía además su potencial de reutilización. La publicación del código bajo licencia abierta (CC0 1.0) refuerza esta orientación y facilita la extensión del sistema por parte de otros equipos de investigación o instituciones.

La evaluación con usuarios confirma la validez del enfoque. Se alcanzó una efectividad del 100 % en las tareas y una puntuación SUS de 81,41, que sitúa la herramienta en el rango de excelente usabilidad. Este resultado refleja la solidez de la arquitectura de la información aplicada: una estructura que reduce la carga cognitiva, orienta al usuario en cada paso y mantiene la coherencia visual y semántica. A partir de la evaluación se incorporaron mejoras directas, como mensajes de confirmación, clarificación terminológica y marcadores visuales de navegación, que consolidan la fluidez de la experiencia y refuerzan la comprensión de los datos.

Más allá del desarrollo técnico, el proyecto demuestra el valor de la arquitectura de la información como marco metodológico para el diseño de aplicaciones semánticas. Su aplicación ha permitido traducir la complejidad de los grafos RDF a un lenguaje visual y funcional comprensible, basado en principios de jerarquía, claridad y coherencia. Este modelo puede servir como referencia para futuras herramientas que busquen integrar visualización, filtrado y consulta en un mismo entorno, priorizando la interpretación humana sin renunciar al rigor de los estándares de la web semántica. Supone, en este sentido, un paso hacia sistemas más transparentes y accesibles, capaces de acercar los datos enlazados a perfiles diversos.

En cuanto a las líneas de evolución, se identifican varias direcciones de desarrollo. Una de ellas es el enriquecimiento de la documentación interna y las ayudas contextuales, especialmente en las visualizaciones y en la sección SPARQL. También se prevé la incorporación de un módulo de gestión avanzada de datasets, con funciones de edición, duplicación o combinación de conjuntos. Otra línea es la visualización de vocabularios y ontologías, que permitiría mostrar de forma gráfica las relaciones conceptuales del modelo subyacente. Además, la integración de un modo multilingüe ampliaría su aplicabilidad en entornos internacionales y educativos. Finalmente, se plantea la inclusión de más visualizaciones y vistas

en forma de grafo, que completen la lectura tabular y estadística con una representación relacional más intuitiva.

El modelo aquí desarrollado no debe entenderse como un punto final, sino como una base sólida para nuevas exploraciones. La experiencia acumulada muestra que la combinación de ingeniería del software, diseño informacional y tecnologías semánticas puede generar herramientas potentes y comprensibles a la vez. En este sentido, la propuesta no solo ofrece una solución concreta, sino un enfoque replicable para otros contextos donde la complejidad de los datos exija una arquitectura de la información clara, visual y centrada en el usuario. El equilibrio alcanzado entre accesibilidad y profundidad constituye su principal aportación y su mejor argumento para futuras aplicaciones y líneas de investigación.

## Notas

(1) [https://github.com/ana03lm/rdf\\_app.git](https://github.com/ana03lm/rdf_app.git)

(2) <https://zenodo.org/records/15319362>

## Declaración de autoría

Ana López Morales, Juan-Antonio Pastor-Sánchez, José A. Ruipérez-Valiente (conceptualización, desarrollo, edición y revisión, igual).

## Referencias

- Angles, Renzo (2015). Introducción a las bases de datos RDF. <http://www.renzoangles.net/files/libro.pdf>
- Boumechaal, Hasna; Boufaïda, Zizette (2023). Complex Queries for Querying Linked Data. // *Future Internet*. 15:3. <https://doi.org/10.3390/fi15030106>
- Castells, Pablo (2005). *La Web Semántica*. // Bravo Santos, Crescencio; Redondo Duque, Miguel Ángel (eds.) *Sistemas interactivos y colaborativos en la web*. Universidad de Castilla-La Mancha

Desimoni, Federico; Po, Laura (2020). Empirical Evaluation of Linked Data Visualization Tools // *Future Generation Computer Systems*. 112, 258-282. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.05.038>

Hartig, Olaf (2013). An Overview on Execution Strategies for Linked Data Queries. // *Datenbank-Spektrum*. 13:2, 89-99. <https://doi.org/10.1007/s13222-013-0122-1>

Hitzler, Pascal y Janowicz, Krzysztof (2013). Linked Data, Big Data, and the 4th Paradigm. // *Semantic*. 4:3, 233-235. Disponible en: <https://doi.org/10.3233/SW-130117>

Ivanova, Valentina; Lambrix, Patrick; Lohmann, Steffen, Pesquita, Catia (2019). Visualization and Interaction for Ontologies and Linked Data. // *Journal of Web Semantics*. 55, 145-149. <https://doi.org/10.1016/j.websem.2018.10.001>

Pérez-Montoro, Mario (2010). Arquitectura de la información en entornos web. // *El Profesional de la Información*. 19:4, 333-338. <https://doi.org/10.3145/epi.2010.jul.01>

W3C (2014). RDF 1.1 Primer. <https://www.w3.org/TR/rdf11-primer/>

The Information Lab (2023). Qué es un dataset. <https://www.theinformationlab.es/blog/que-es-un-dataset/>

Resmini, Andrea; Rosati, Luca (2011). *Pervasive Information Architecture: Designing Cross-Channel User Experiences*. Burlington (MA): Morgan Kaufmann. ISBN 978-0-12-382094-5.

Sota Martínez, Sergio (2016). *Navegación visual por datos semánticos guiada por agente software*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. <https://zaguan.unizar.es/record/61209>

Wohlgemant, Gerhard; Mouromtsev, Dmitry; Paulov, Dmitry; Emelyanov, Yury; Morozov, Alexey (2019). A Comparative Evaluation of Visual and Natural Language Question Answering Over Linked Data // *Proceedings of the 11th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management (IC3K 2019)*. <https://doi.org/10.5220/0008364704730478>

Zaveri, Amrapali; Rula, Anisa; Maurino, Andrea; Pietrobon, Ricardo; Lehmann, Jens (2016). Quality Assessment for Linked Data: A Survey. // *Semantic Web* // 7:1, 63-93. <https://www.semantic-web-journal.net/content/quality-assessment-linked-data-survey>

---

Enviado: 2025-11-08. Segunda versión: 2025-12-18.

Aceptado: 2025-12-19.

---

---

# A análise do discurso foucaultiana na Ciência da Informação: estudo bibliométrico

*El análisis del discurso foucaultiano en la Ciencia de la Información: estudio bibliométrico*

*Foucauldian discourse analysis in Information Science: bibliometric study*

---

**Paulo VICENTE**

Universidade de Coimbra, Centro de Estudos Interdisciplinares (CEIS20), Faculdade de Letras, pvicente@student.uc.pt

## Resumen

El análisis del discurso foucaultiano (ADF) es un método de análisis crítico derivado de las estrategias analítico-discursivas de Michel Foucault. Atiende a la dimensión social, política, histórica y cultural en la que se produce el discurso y a las relaciones de poder que en el tiempo y el espacio vuelven contingentemente verdadera una forma de conocimiento de la realidad, relegando otra. En la ciencia de la información (CI), hace tres décadas el ADF fue considerado no solo importante sino también desatendido y problemático. Ante la ausencia de un estudio que averigüe el *status quo* del ADF en la CI, analizamos su evolución empírica en los últimos treinta años. Este estudio identifica la estructura intelectual de la literatura científica de CI que aborda o adopta el ADF y compendia las discusiones fundamentales sobre su uso. Desde un enfoque hermenéutico recurrimos a métodos de búsqueda bibliográfica sistemática, revisión de la literatura y bibliometría comparativa. Recopilamos un *corpus* de 56 artículos procedentes de *Scopus*, *Web of Science* y *Library & Information Science Source*. Comprobamos que el ADF sigue siendo poco usado en la CI. Aunque hay consenso en que el ADF se aplica a discursos formales o institucionales, su constitución metodológica es objeto de perspectivas dispares. La falta de sistematización del ADF obstaculiza su aplicación, pero confiere gran libertad analítica. El ADF se perfila como herramienta de clara utilidad para el estudio crítico de políticas de información, sistemas de organización del conocimiento, conceptos, editoriales de revistas científicas, transcripciones de entrevistas y comunicación académica.

**Palabras clave:** Métodos de investigación. Métodos de análisis de datos. Ciencia de la Información. Paradigma crítico. Análisis del discurso foucaultiano. Foucault, Michel.

## 1. Introdução

O predomínio do positivismo na Ciência da Informação (CI) foi evidenciado por Hjørland (2005) e a adequação do paradigma positivista à CI questionada por Masuku (2023), pois a CI “is a social science and deals with phenomena that may not warrant the use of positivist methodologies” (p. 10). Por sua vez, Day (1996) discutira que um

## Abstract

Foucauldian discourse analysis (FDA) is a critical method of data analysis derived from Michel Foucault's discursive analytical strategies. It looks carefully at the social, political, historical and cultural dimensions of the context in which discourse is produced and the relations of power that render contingently true, in time and space, one form of knowledge of reality while relegating another. In the field of Information Science (IS), FDA was, three decades ago, considered not only an important method, but a neglected and problematic one. In the absence of a study that looks into the *status quo* of FDA in IS, we wonder what its evolution over the past 30 years has been. This study is aimed at identifying the intellectual structure of the IS scientific literature that focuses on or adopts FDA and at collecting and abridging the main discussions surrounding FDA in IS. We used the methods of literature search and literature review, in a hermeneutic approach, and bibliometric methods of analysis. A *corpus* of 56 articles, retrieved from Scopus, Web of Science and Library & Information Science Source, was collated. We found that FDA continues to be sparsely used in IS. While there is an agreement that FDA deals with formal/institutional discourses, FDA's methodological status is the subject of divergent outlooks. FDA's non-systematization hinders its application; however, it gives it a great deal of analytical freedom. FDA appears to be useful in the critical study of information policies, knowledge organisation systems, concepts, journal editorials, interview transcripts and scholarly communication.

**Keywords:** Research methods. Data analysis methods. Information Science. Critical paradigm. Foucauldian discourse analysis. Foucault, Michel.

dos obstáculos ao enquadramento epistemológico da CI nos cânones da ciência positivista moderna, considerando a natureza fenomenológica e económica do objeto de estudo da CI, se devia à “difficulty classical method has in relating to objects of study that are solely phenomenological and economic” (Day, 1996, p. 319). Tal circunstância orienta, então, a CI em direção a quadros epistemológicos e, por inerência, a modelos me-

todológicos coadunados com os ditames da ciência pós-modernista (Day, 1996; Wersig, 1993) e do pensamento pós-estruturalista.

Na CI, “‘poststructuralism’ is commonly associated with Michel Foucault’s work under the term ‘discourse analysis’” (Day, 2005, p. 575). Sobre a herança intelectual deixada por Foucault, Hannabuss (1996) assevera que esta é inalienável de uma inteligência robusta e profunda do fenômeno infocomunicacional hodierno.

A análise do discurso foucaultiana (ADF), no domínio da CI, é, nas palavras de Frohmann (1994), “not only an important and neglected method, [but] one that discloses significant problems and questions” (p. 119).

Smiraglia (2015) expõe o uso da análise do discurso, *lato sensu*, associada à análise de domínio na Organização do Conhecimento. Dewey (2016, 2020) estuda a utilização das obras de Foucault na literatura científica da CI. Já Castanha et al. (2017) efetuam uma análise bibliométrica da ADF na CI, porém cingem-se à realidade brasileira.

Assim, na ausência de um estudo que averigue, tendo como ponto de partida a observação de Frohmann (1994), o *statu quo* da ADF na CI, questionamo-nos se, no universo conspícuo e internacional da literatura científica da CI, a ADF tem continuado, no decurso destes 30 anos, a ser um método negligenciado e problemático.

Este estudo objetiva identificar a estrutura intelectual da literatura científica da CI debruçada sobre ou que adota a ADF. Intenta, simultaneamente, compendiar as discussões fundamentais em torno da utilização da ADF na CI.

Para tal, recorreremos aos métodos de pesquisa bibliográfica e revisão da literatura, numa abordagem hermenêutica (Boell & Cecez-Kecmanovic, 2014), e a métodos bibliométricos de análise. Efetuámos a pesquisa bibliográfica na *Scopus*, na *Web of Science (WoS)* e na *Library & Information Science Source (LISS)*, no dia 23 de dezembro de 2023. Na *LISS*, usámos os termos de pesquisa e a *search string* seguintes: *foucaul\* AND (discourse OR discursive OR archaeolog\* OR genealog\* OR dispositi\* OR “technologies of”) AND (analy\* OR study)*. Na *WoS*, a pesquisa cingiu-se à categoria *Information Science & Library Science* com os mesmos termos de pesquisa e *search string* utilizados na *LISS*. Na *Scopus* usámos os mesmos termos de pesquisa e *search string* conjugados com *AND (“information science” OR “information studies” OR “library science” OR “library studies” OR “archiv\* science” OR “archiv\* studies” OR “knowledge organization” OR documentation)*. Pesquisámos por título,

resumo e palavras-chave, por artigos em revistas científicas, artigos em atas de conferências, livros, capítulos de livros e revisões, sem restrições quanto ao ano e ao idioma de publicação. Coligimos, então, um *corpus* de 56 documentos, após termos eliminado os documentos que não se enquadravam no âmbito da CI e que não versavam sobre nem adotavam a ADF, bem como os duplicados (critérios de exclusão).

A revisão da literatura recaiu sobre os estudos que se debruçam substancialmente sobre a utilização da ADF na CI e os que usam a ADF no campo de ação da Organização do Conhecimento.

A análise bibliométrica incidiu sobre os seguintes parâmetros bibliométricos: ano de publicação, autoria (autores, afiliação institucional e país), idioma e revista científica. Procedemos, também, à visualização das redes bibliométricas de citação, coautoria e coocorrência de palavras-chave, construídas pelo *VOSviewer*.

## 2. A análise do discurso foucaultiana na Ciência da Informação

A ADF é um método de análise crítica adequado, sobretudo, a investigações de abordagem qualitativa e essencialmente de natureza aplicada. O objeto de análise deste método é o discurso formal, *i.e.*, “serious speech acts” (Frohmann, 1994, p. 120), procurando expor (Budd, 2006, p. 74)

[...] the ways that discourse tracks not merely objective knowledge claims but the social relations based in power that define ‘objectivity’ and attempt to legitimate knowledge claims .

identificando ideologias hegemônicas em práticas discursivas.

Assim, a ADF ocupa-se mormente de discursos institucionalizados, cuja materialização vai desde meras frases até textos e argumentações complexos e, ainda, sistemas de classificação, mas também transcrições de entrevistas (Budd, 2006; Olson, 1999a, 1999b; Radford, 2003; Talja, 1999).

A ADF deriva das estratégias analíticas do discurso de Michel Foucault: as suas análises arqueológica, genealógica e do dispositivo e os seus ensaios debruçados sobre as tecnologias de produção, de sistemas de signos, de poder e do eu (Martínez-Ávila & Fox, 2015).

Na análise do discurso de raiz foucaultiana (Foucault, 2002, p. 30–31),

[...] we must grasp the statement [a unidade elementar do discurso] in the exact specificity of its occurrence; determine its conditions of existence, fix at least its limits, establish its correlations with other

statements that may be connected with it, and show what other forms of statement it excludes.

Este método atenta, então, na dimensão social, política, histórica e cultural inerente ao contexto no qual o discurso é produzido e nas relações de poder que tornam, no tempo e no espaço, contingentemente verdadeira uma forma de conhecimento da realidade e relegam outra.

### 3. Análise bibliométrica

A análise bibliométrica visou patentear a estrutura intelectual da literatura científica da CI em torno da ADF e verificar se este método continua a ser descurado por este campo disciplinar.

O *corpus* de 56 documentos recuperados (47 artigos em revistas científicas, 5 artigos em atas de conferências e 4 revisões), dispersos por um período de cerca de 30 anos (1994–2023), é elucidativo da parca assiduidade da ADF na investigação em CI. A figura 1 ilustra a produtividade da comunidade investigadora de CI no período de 1994 a 2023.

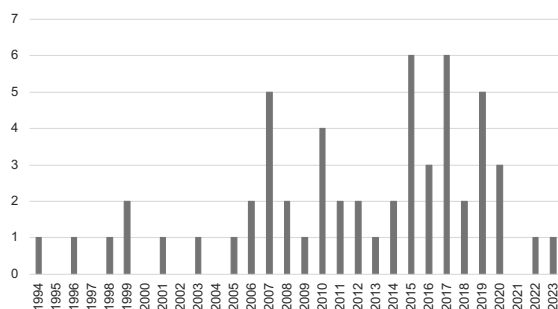


Figura 1. Distribuição absoluta do número de artigos publicados por ano com publicação efetiva (1994-2023)

O artigo de Frohmann, publicado em 1994, representa o início da discussão acadêmica, no campo disciplinar da CI, em torno da ADF. Porém, é apenas a partir da segunda metade da primeira década do século XXI que o número de publicações que se debruçam sobre a ADF começa a ganhar maior relevo. Como notara Olsson (2010, p. 71),

LIS researchers have been quite late in adopting Foucault, and as yet his impact on the field has been relatively slight when compared to his prominence in the humanities and social science as a whole.

Não obstante, a atenção dedicada à temática até 2017 parece, desde então, encontrar-se em acentuado declínio. A seguir, apresenta-se a distribuição absoluta, por ordem decrescente e até à terceira posição, incluindo *ex aequo*, do número de artigos publicados (NP) por autor (Tabela I), instituição (Tabela II), país (Tabela III), língua (Tabela IV) e revista científica (Tabela V).

As Tabelas I, II e III esquematizam, respetivamente, os autores, as universidades (afiliações institucionais dos autores) e os países mais produtivos. Damos, nesta esfera, ênfase à presença do Brasil, o que se repercute em a língua portuguesa ser o segundo idioma no qual há uma maior quantidade de artigos publicados (Tabela IV).

Posição	Autor	NP
1	Olsson, Michael	8
2	Martínez-Ávila, Daniel	5
3	Haider, Jutta	3
	Lima, Larissa de Mello	3

Tabela I. Autores mais produtivos

Posição	Afiliação institucional	NP
1	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”	10
2	University of Technology Sydney	8
3	University of Minnesota	3

Tabela II. Instituições mais produtivas

Posição	País	NP
1	Brasil	16
2	Estados Unidos da América	13
3	Austrália	8

Tabela III. Países mais produtivos

Posição	Idioma	NP
1	Inglês	39
2	Português	12
3	Espanhol	2
	Italiano	2

Tabela IV. Línguas com maior produção

Apesar da observação de Olsson (2010) de que a CI é uma disciplina dominada por vozes anglo-saxãs, aspeto que poderá estar na origem do parco recurso às obras de Foucault neste campo disciplinar, e não obstante a forte presença de instituições e países anglo-saxónicos na literatura em torno da ADF na CI, tal como mostram os dados, releva destacar a presença de autores exteriores à esfera anglo-saxónica.

No que tange à língua de publicação, constata-se a hegemonia da língua inglesa, língua franca na comunicação académica contemporânea.

Já as revistas científicas nas quais é mais comum a publicação de artigos que versam sobre ou aplicam a ADF na CI constam da tabela V.

Posição	Revista científica	NP	Quartil CiteScore	Quartil JIF (JCR)
1	Journal of Documentation	8	Q1	Q3
2	Informação & Sociedade: Estudos	5	Q3	Q4
3	Information Research	3	Q3	Q4
	Library Quarterly	3	Q2	Q3

Tabela V. Revistas com mais artigos publicados e seu impacto em 2022

Quanto aos veículos de publicação, isto é, as revistas científicas em que é primordialmente encontrada a literatura sobre a ADF na CI, observa-se que se trata sobretudo de revistas científicas genéricas e abrangentes no âmbito da CI, em detrimento de revistas mais especializadas. É também de notar a publicação em revistas com elevado fator de impacto, entre as quais se destaca a *Journal of Documentation*.

Os artigos com maior número de citações estão representados na Figura 2, destacando-se o artigo de Frohmann (1994), com 100 citações.

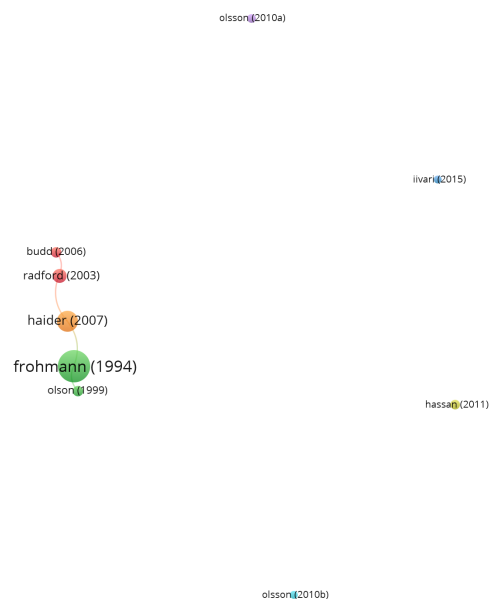


Figura 2. Visualização da rede bibliométrica de citação (mínimo de 25 citações)

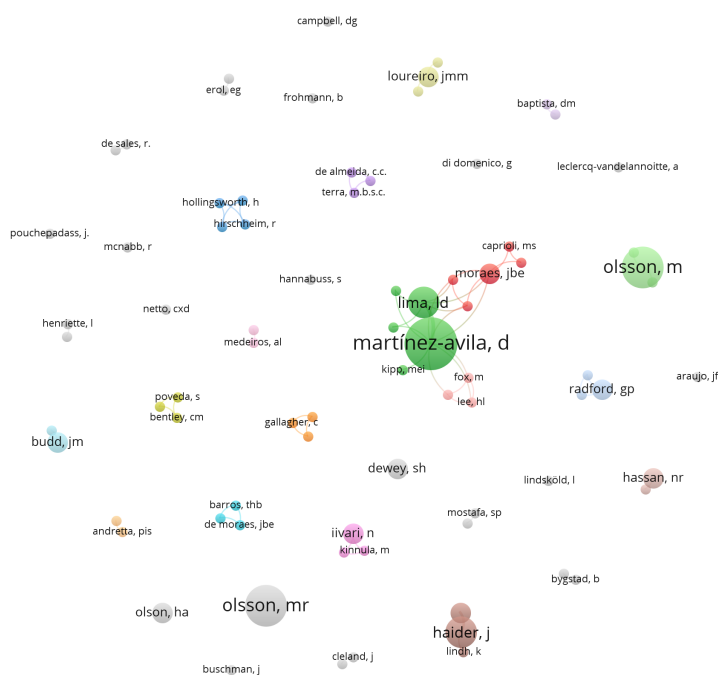


Figura 3. Visualização da rede bibliométrica de coautoria

No conjunto dos artigos mais citados, é curioso que todos constituam textos publicados em língua inglesa, apesar da presença significativa de textos em língua portuguesa. Este aspeto não é,

contudo, uma anomalia no universo da comunicação académica, mas antes a norma, tal como mostra, de forma modelar, o estudo de Mironescu et al. (2023) que, ao focar-se em artigos

multilíngues em revistas científicas do leste europeu, no domínio da linguística, demonstra que artigos publicados em língua inglesa são mais citados e têm, por inerência, maior impacto.

No que tange à coautoria (figuras 3 e 4), Daniel Martínez-Ávila é o autor que revela um caráter colaborativo mais acentuado, tendo publicado cinco artigos em coautoria com um total de 10

autores distintos. O estabelecimento de ligação entre autores indica a existência de coautoria, sendo a espessura da ligação diretamente proporcional ao número de artigos publicados em coautoria. O diâmetro dos círculos é diretamente proporcional ao número de ligações de coautoria conjuntamente com o número de artigos publicados em coautoria.

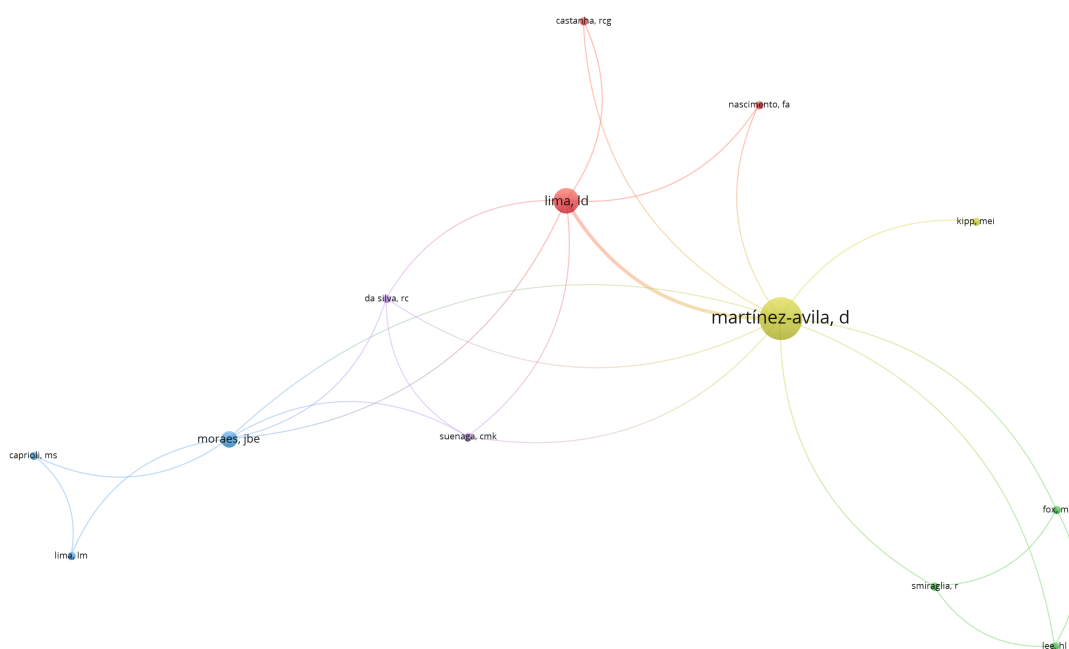


Figura 4. Visualização da rede bibliométrica de coautoria, com detalhe do maior conjunto de itens interligados

A análise da visualização da rede bibliométrica de coautoria permite inferir que as investigações e, por consequência, as publicações em torno da ADF na CI assumem um caráter mais colaborativo do que individual.

Por último, a visualização da rede bibliométrica de coocorrência de palavras-chave (figura 5) permite inferir, indutivamente, dos assuntos nucleares com os quais a ADF mais se relaciona no campo de ação da CI. O diâmetro dos círculos é diretamente proporcional ao número de coocorrências da palavra-chave correspondente. O estabelecimento de ligação entre palavras-chave indica a existência de ocorrência dessas mesmas palavras-chave em dois ou mais artigos, sendo a espessura da ligação diretamente proporcional à quantidade dessas mesmas coocorrências.

À parte de *discourse analysis*, Foucault e *Information Science*, sobressaem, naturalmente, os termos *discourse*, *power* e *knowledge*, que representam conceitos fundamentais na retórica foucaultiana. Sublinhamos a presença do termo

*classification* que nos remete para o domínio da Organização do Conhecimento.

Apesar de a análise original e a recolha de dados associada terem ocorrido no final do ano de 2023, importa averiguar se, nos anos de 2024 e 2025, houve publicações em CI debruçadas sobre a ADF. Através da reprodução (realizada em dezembro de 2025) do desenho metodológico adotado para o período compreendido entre 1994 e 2023, cingindo-o agora aos anos de 2024 e 2025, constata-se que houve, em cada ano, a publicação de dois artigos em torno da ADF. Deste conjunto total de quatro artigos, um enquadra-se no domínio dos estudos de arquivo, outro na área do comportamento informacional e dois no domínio dos sistemas de informação. Nenhum destes artigos se insere no domínio da Organização do Conhecimento, pelo que não releva para a revisão da literatura, porquanto esta se centra em estudos que se debruçam substancialmente sobre a utilização da ADF na CI e sobre os que recorrem à ADF no campo de ação da Organização do Conhecimento.

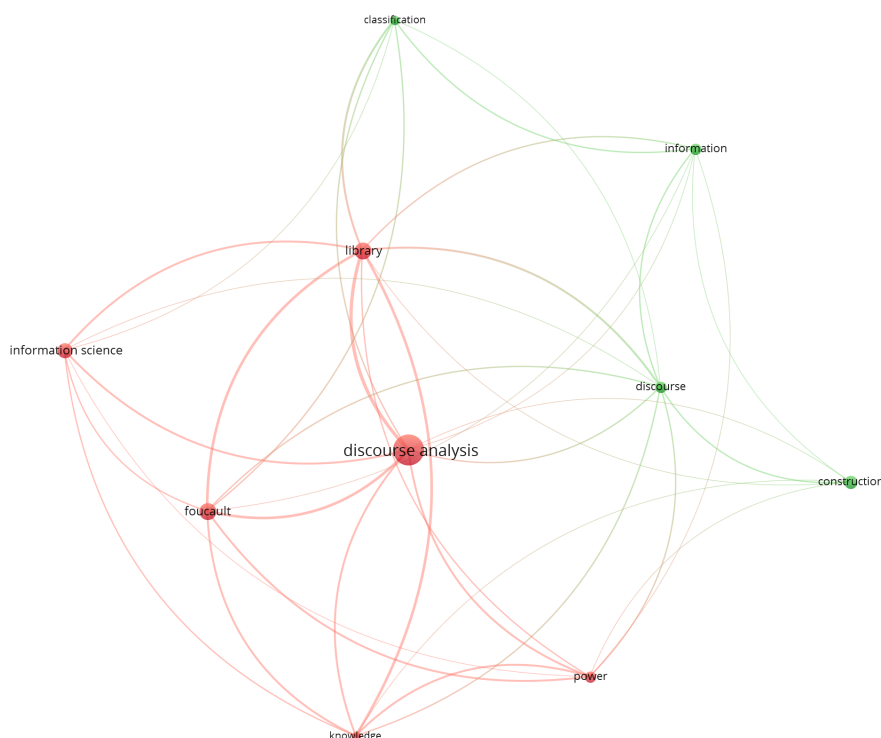


Figura 5. Visualização da rede bibliométrica de coocorrência de palavras-chave (mínimo de cinco ocorrências)

### 3.1. Revisão da literatura

Porventura o frugal vislumbre da ADF na CI seja consequência do medo da rejeição pelos pares (Radford, 2003, p. 7), porquanto, com a introdução do pensamento foucaultiano,

[t]here are tangible risks in leaving the familiar domain of the discursive formation and bringing back into it discourse that is strange, unfamiliar, disquieting, and unsettling.

Não obstante, Radford (2003) corre esses riscos e estuda o modo como as formações discursivas preeminentes da e na CI têm condicionado os limites da investigação neste campo disciplinar e como a ADF possibilita expandir os horizontes epistemológicos da CI. O autor confessa que recomendar a adoção de uma abordagem arqueológica, na concepção de Foucault, no domínio da CI não será uma proposta popular, porquanto implica romper com cânones enraizados no campo disciplinar.

Este aspeto disruptivo da arqueologia de Foucault prende-se com a sua natureza profundamente crítica, que a demarca de uma abordagem puramente historicista. Radford (2003) argumenta, assim, que a CI carece não de uma história da disciplina, mas antes de uma arqueologia que possibilite ver para além da luz ao fundo do túnel e dos pontos cegos em torno da CI.

Também Budd (2006), Buschman (2007), Azevedo Netto (2008), Frohmann (1994), Hannabuss

(1996) e Moraes et al. (2016) contextualizam o pensamento foucaultiano e a ADF na CI numa abordagem fundamentalmente teórica e conceitual.

Tanto Budd (2006) quanto Frohmann (1994) distanciam a ADF da análise do discurso de corrente linguística. Frohmann (1994) traça, de modo pragmático, a distinção entre a ADF e a análise do discurso de matriz linguística, argumentando que esta última se ocupa de conversas do domínio oral e de âmbito ordinário, isto é, de registos orais quotidianos. Por sua vez, a ADF ocupa-se de atos de fala *sérios*, proferidos por oradores institucionalmente privilegiados.

Já Budd (2006) debruça-se mais pormenorizadamente sobre a distinção entre ambos os tipos de análise do discurso e, no que concerne à análise do discurso praticada pelos linguistas, clarifica que esta procura avaliar a eficácia de trocas linguísticas cujo propósito é alcançar objetivos particulares, assim como a compreensibilidade dessas mesmas trocas. Por seu turno, no que tange à ADF, Budd (2006, p. 80) argumenta que

[...] a purpose is to study the circuitous routes taken by what is said. Everything said exists within the entire body of what has been said and responds to, refutes, borrows, opposes, adopts, manipulates, ignores, appropriates and buries what has been said.

Dentro da ADF, Budd (2006) comenta o facto de Foucault nunca ter sistematizado um método de

análise do discurso *per se*. No entanto, distingue duas das abordagens foucaultianas de análise das formações discursivas: a arqueológica e a genealógica. A arqueologia preocupa-se em estudar as regras e os sistemas de pensamento que, numa época, ditam o que é aceite como verdadeiro, o que é conhecimento, e que marginalizam práticas discursivas que não se coadunam com os seus axiomas. A genealogia toma uma atitude mais interpretativa e crítica, e não tão essencialmente descritiva, e centra-se no estudo das relações de poder postas a descoberto pela arqueologia.

“While he [Foucault] did say that discourse should be studied as it is and without interpretation, he did, in fact, engage in interpretation” (Budd, 2006, p. 78), aspeto que acentua a natureza crítica da ADF, robustecida pelo reparo de Buschman (2007) de que, na CI, a ADF “is often argued to be a means to achieve reflexive practice in the field” (p. 26).

Buschman (2007) também menciona que na CI a ADF é usada tanto como ferramenta quanto como método. Esta observação introduz um dos problemas metodológicos da ADF na CI: se a ADF constitui um método (Budd, 2006; Buschman, 2007; Evangelista et al., 2018; Frohmann, 1994; Hannabuss, 1996; Olson, 1999a, 1999b), uma abordagem (Dewey, 2016; Martínez-Ávila & Kipp, 2014), uma ferramenta (Buschman, 2007) ou um instrumento teórico (Azevedo Netto, 2008). Apesar da ausência de univocidade, nenhum dos autores se debruça sobre esta questão de terminologia metodológica.

Maior concordância reside na natureza dos dados sobre os quais recai a ADF: na materialidade do discurso (Budd, 2006; Evangelista et al., 2018; Mostafa & Sabbag, 2016; Radford, 2003; Terra et al., 2019) e na sua procedência formal/institucional (Budd, 2006; Evangelista et al., 2018; Frohmann, 1994; Moraes et al., 2016). No entanto, Martínez-Ávila & Kipp (2014), apoiados numa leitura de Foucault, contestam esta última visão, alegando que materiais discursivos não oficiais também relevam para a ADF.

No contexto da Organização do Conhecimento, e em consonância com a proposição de Martínez-Ávila e Kipp (2014), temos, como exemplo, o estudo de Campbell (2007), que recorre à ADF não para analisar discursos institucionais, mas antes para compreender a organização da informação na web semântica.

Já Day (2005) tece uma crítica mais ampla, argumentando que a ADF “as a method in information studies sometimes appears as the type of structural or scientific ‘method’ that Foucault was disavowing in *The Archaeology of Knowledge*” (p.

589). Talvez tal se deva ao facto, evidenciado, num estudo de grande profundidade, por Dewey (2016), de a comunidade de investigadores de CI que utiliza o pensamento foucaultiano e, em particular, a ADF pouco uso fazer das obras fundacionais deste método: *A arqueologia do saber* (Foucault, 2021) e *As palavras e as coisas: Uma arqueologia das ciências humanas* (Foucault, 2022).

Sobre ambas as obras *ut supra*, Dewey comenta que as duas “came later and reflect an early-middle period in which Foucault developed his ideas regarding discourse, classification and categorization” (2020, p. 695). Esta asserção de Dewey (2020) espelha o aporte teórico e metodológico que *A arqueologia do saber* (Foucault, 2021) e *As palavras e as coisas: uma arqueologia das ciências humanas* (Foucault, 2022) podem representar para o campo de ação da Organização do Conhecimento, dada a reflexão de Foucault em torno de dois conceitos fundamentais nesta disciplina: a classificação e a categorização.

Por último, também Budd (2006) levanta duas críticas à ADF. A primeira prende-se com uma ideia reducionista de que, não tendo o conhecimento uma existência objetiva, resumindo-se a uma execução do poder, então, só o poder interessaria analisar, pois nada mais teria significado (Budd, 2006, p. 74-75). A segunda atine-se a (Budd, 2006, p. 76)

[...] the most persistent and least overt challenge relating to discourse analysis—discourse analysis is, itself, discourse. It is also a discursive practice that can be subject to all of the analytical apparatus that it employs.

#### 4. Conclusão

Estamos, então, em condições de responder que a ADF continua a ser um método negligenciado na CI, como espelham os resultados da análise bibliométrica, bem como complexo e um tanto problemático, como permitiu averiguar a revisão da literatura.

Verificamos uma tendência de a ADF se centrar em discursos formais/institucionais, e não em quaisquer comunicações registadas, debruçando-se não sobre o significado do discurso em si mesmo, mas sobre as relações de poder e as dimensões social, política, histórica e cultural do contexto no qual surgiu o discurso e que possibilitaram que este último fosse construído de um modo e não de outro.

O facto de a ADF não ser um método sistematizado dificulta a sua aplicação, aspeto que requer, ainda, uma discussão sólida objetivada a elucidar e a orientar a sua utilização. Esta ausência de

sistematização repercute-se numa substantiva liberdade analítica do investigador, podendo, em contrapartida, causar frustração aquando da adoção do método ou, ainda, dar azo a objeções pelos pares quanto à adequabilidade científica do método.

Por fim, dados os seus pressupostos, a ADF afigura-se um método de clara utilidade para a CI, particularmente no estudo crítico de políticas de informação, sistemas de organização do conhecimento, conceitos, editoriais de revistas científicas, mas também transcrições de entrevistas ou as múltiplas dimensões da comunicação académica.

## Declaração de contribuição de autores

*Paulo Vicente*: Conceptualization (lead); data curation (lead); formal analysis (lead); investigation (lead); methodology (lead); project administration (lead); validation (lead); visualization (lead); writing – original draft (lead); writing – review & editing (lead).

## Referências

- Azevedo Netto, Carlos Xavier de (2008). A abordagem do conceito como uma estrutura semiótica. // *Transinformação*. 20:1 (2008) 47-58.
- Boell, Sebastian K.; Cecez-Kecmanovic, Dubravka (2014). A hermeneutic approach for conducting literature reviews and literature searches. // *Communications of the Association for Information Systems*. 34 (2014) 257-286. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.03412>
- Budd, John (2006). Discourse analysis and the study of communication in LIS. // *Library Trends*. 55:1 (2006) 65-82. <https://doi.org/10.1353/lib.2006.0046>
- Buschman, John (2007). Transgression or stasis? Challenging Foucault in LIS theory. // *The Library Quarterly*. 77:1 (2007) 21-44. <https://doi.org/10.1086/512954>
- Campbell, D. Grant (2007). The birth of the new web: a Foucauldian reading of the Semantic Web. // *Cataloging & Classification Quarterly*. 43:3-4 (2007) 9-20. [https://doi.org/10.1300/J104v43n03\\_01](https://doi.org/10.1300/J104v43n03_01)
- Castanha, Renata Cristina Gutierrez; Lima, Larissa de Mello; Martínez-Ávila, Daniel (2017). Análise do discurso sob a perspectiva bibliométrica nos estudos de Ciência da Informação no Brasil. // *Perspectivas em Ciência da Informação*. 22:1 (2017) 17-37. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/2813>
- Day, Ron (1996). LIS, method, and postmodern science. // *Journal of Education for Library and Information Science*. 37:4 (1996) 317-324. <https://doi.org/10.2307/40324240>
- Day, Ronald E. (2005). Poststructuralism and information studies. // *Annual Review of Information Science and Technology*. 39:1 (2005) 575-609. <https://doi.org/10.1002/aris.1440390121>
- Dewey, Scott Hamilton (2016). (Non-)use of Foucault's Archaeology of Knowledge and Order of Things in LIS journal literature, 1990-2015. // *Journal of Documentation*. 72:3 (2016) 454-489. <https://doi.org/10.1108/JD-08-2015-0096>
- Dewey, Scott Hamilton (2020). Foucault's toolbox: use of Foucault's writings in LIS journal literature, 1990-2016. // *Journal of Documentation*. 76:3 (2020) 689-707. <https://doi.org/10.1108/JD-08-2019-0162>
- Evangelista, Isadora Victorino; Barros, Thiago Henrique Bragato; Moraes, João Batista Ernesto de (2018). Uma análise do discurso da dimensão cultural da ISKO. // *Informação & Sociedade: Estudos*. 28:2 (2018) 37-47.
- Foucault, Michel (2002). *Archaeology of knowledge*. 2.ª edição. Nova Iorque: Routledge.
- Foucault, Michel (2021). *A arqueologia do saber*. Lisboa: Edições 70.
- Foucault, Michel (2022). *As palavras e as coisas: Uma arqueologia das ciências humanas*. 3.ª edição. Lisboa: Edições 70.
- Frohmann, Bernd (1994). Discourse analysis as a research method in Library and Information Science. // *Library & Information Science Research*. 16:2 (1994) 119-138. [https://doi.org/10.1016/0740-8188\(94\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0740-8188(94)90004-3)
- Hannabuss, Stuart (1996). Foucault's view of knowledge. // *Aslib Proceedings*. 48:4 (1996) 87-102. <https://doi.org/10.1108/eb051414>
- Hjørland, Birger (2005). Empiricism, rationalism and positivism in Library and Information Science. // *Journal of Documentation*. 61:1 (2005) 130-155. <https://doi.org/10.1108/00220410510578050>
- Martínez-Ávila, Daniel; Fox, Melodie J. (2015). The construction of ontology: a discourse analysis. // Smiraglia, Richard P.; Lee, Hur-Li (eds.). *Ontology for Knowledge Organization*. Würzburg: Ergon Verlag. 13-37.
- Martínez-Ávila, Daniel; Kipp, Margaret E. I. (2014). Implications of the adoption of BISAC for classifying library collections. // *Knowledge Organization*. 41:5 (2014) 377-392. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2014-5-377>
- Masuku, Mehluli (2023). Library and Information Science and the positivist paradigm: some critical reflections. // *Journal of Librarianship and Information Science*. 56:3 (2023) 698-711. <https://doi.org/10.1177/09610006231161324>
- Mironescu, Andreea; Moroşanu, Alina; Bibiri, Anca-Diana (2023). The regional dynamics of multilingual publishing in Web of Science: a statistical analysis of Central and Eastern European journals and researchers in linguistics. // *Scientometrics*. 128 1133-1162 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04595-0>
- Moraes, João Batista Ernesto; Lima, Larissa Mello; Caprioli, Mariana Silva (2016). Análisis del discurso y Ciencia de la Información: aportes teóricos para la organización y representación de la información. // *Scire: Representación y Organización del Conocimiento*. 22:2 (2016) 75-85. <https://doi.org/10.54886/scire.v22i2.4233>
- Mostafa, Solange Puntel; Sabbag, Deise (2016). La relación saber-poder en la representación y organización del conocimiento. // *Scire: Representación y Organización del Conocimiento*. 22:1 (2016) 15-24. <https://doi.org/10.54886/scire.v22i1.4296>
- Olson, Hope A. (1999a). Cultural discourses of classification: indigenous alternatives to the tradition of Aristotle, Durkheim and Foucault. // Albrechtsen, Hanne; Mai, Jens-Erik (eds.). *10th ASIS SIG/CR Classification Research Workshop*. Silver Spring: ASIS. 107-124. <https://doi.org/10.7152/acro.v10i1.12484>
- Olson, Hope A. (1999b). Exclusivity, teleology and hierarchy: our Aristotelean legacy. // *Knowledge Organization*. 26:2 (1999) 65-73. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-1999-2-65>
- Olsson, Michael R. (2010). Michel Foucault: discourse, power/knowledge, and the battle for truth. // Leckie, Gloria J.; Given, Lisa M.; Buschman, John E. (eds.). *Critical Theory for Library and Information Science: Exploring the Social from Across the Disciplines*. Santa Barbara, CA: Libraries Unlimited. 63-74.

Radford, Gary P. (2003). Trapped in our own discursive formations: toward an archaeology of Library and Information Science. // *The Library Quarterly*. 73:1 (2003) 1-18. <https://doi.org/10.1086/603372>

Smiraglia, Richard P. (2015). *Domain analysis for Knowledge Organization: Tools for ontology extraction*. Waltham: Chandos Publishing.

Talja, Sanna (1999). Analyzing qualitative interview data: the discourse analytic method. // *Library & Information Science Research*. 21:4 (1999) 459-477. [https://doi.org/10.1016/S0740-8188\(99\)00024-9](https://doi.org/10.1016/S0740-8188(99)00024-9)

Terra, Marcos Vinícius Santos Carvalho; Almeida, Carlos Cândido de; Sabbag, Deise Maria Antonio (2019). *Análise*

do discurso francesa na organização da informação e do conhecimento no Brasil: considerações epistemológicas à análise documental. // *RDBC: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*. 17 (2019) 1-26. <https://doi.org/10.20396/rdbci.v17i0.8652798>

Wersig, Gernot (1993). Information Science: the study of post-modern knowledge usage. // *Information Processing & Management*. 29:2 (1993) 229-239. [https://doi.org/10.1016/0306-4573\(93\)90006-Y](https://doi.org/10.1016/0306-4573(93)90006-Y)

---

Enviado: 2025-07-25. Segunda versão: 2025-12-15.

Aceptado: 2025-12-20.

---



---

# Precisión en la traducción de metadatos: desafíos de la traducción automática en artículos científicos

---

*Accuracy in metadata translation: challenges of machine translation in scientific articles*

---

**Javier TARANGO, Haydee MENCHACA, Fidel GONZÁLEZ-QUIÑONES,  
Efraín Alfredo BARRAGAN-PEREA**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Avenida Universidad s/n, Chihuahua, México 31174.  
jtarango@uach.mx, gmenchaca@uach.mx, fgonzalez@uach.mx, ebarragan@uach.mx

## Resumen

La traducción de documentos científicos en general y de los metadatos en particular (título del artículo, resumen y palabras clave) es un tema de importancia en la formación de investigadores cuya lengua materna es el español, publican en español y requieren del uso parcial del idioma inglés en estos elementos clave. El objetivo de esta investigación es analizar los niveles de efectividad de la traducción humana en comparación con la traducción automática, recurriendo al desarrollo de un estudio cuantitativo, descriptivo, transeccional y no experimental, evaluando los niveles de calidad en la traducción de 410 resúmenes de artículos científicos provenientes de 27 revistas del área de humanidades publicados en el año 2022 en el Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología. La evaluación de los datos se basa en una rúbrica compuesta por 15 criterios de tipo sintáctico-semántico, léxico-semántico, morfosintáctico, ortotipográfico y pragmático-cultural, evaluando la traducción humana (original) y de tres traductores automáticos de libre acceso (Google, Microsoft y Systran). El estudio analiza fortalezas y debilidades de la traducción humana y automática, con lo cual se identifican elementos de efectividad de ambas formas de traducción aplicadas a textos breves con fines de favorecer a investigadores con limitantes en el bilingüismo español-inglés.

**Palabras clave:** Traducción humana. Traducción automática. Metadatos. Resúmenes. Artículos científicos. Revistas científicas mexicanas en humanidades. Comunicación científica.

## 1. Introducción

En los procesos de localización de temáticas y documentos específicos, en cualquier base de datos o sistema de información (manual y electrónico), los metadatos se vuelven indispensables (para el caso: títulos, resumen y palabras clave) como elementos fundamentales en el sentido de que son condensados del documento, ya que establecen el tema a partir del cual se aportan las novedades, cobrando importancia tanto para el artículo científico como para el objeto de estudio. Este tema de

## Abstract

The translation of scientific documents in general and metadata in particular (article title, abstract, and keywords) is an important issue in the training of researchers whose mother tongue is Spanish, who publish in Spanish and who require partial use of the English language in these key elements. The objective of this research is to analyze the effectiveness of human translation compared to machine translation using a quantitative, descriptive, cross-sectional, and non-experimental study. This study evaluates the translation quality of 410 abstracts of scientific articles from 27 humanities journals published in 2022 in the Mexican Journal Classification System for Science and Technology. The data evaluation is based on a rubric composed of 15 criteria of a syntactic-semantic, lexical-semantic, morphosyntactic, orthotypographical, and pragmatic-cultural nature, assessing human (original) translation and that of three freely available machine translation tools (Google, Microsoft, and Systran). The study analyzes the strengths and weaknesses of human and machine translation, thereby identifying elements of effectiveness of both forms of translation applied to short texts in order to support researchers with limitations in Spanish-English bilingualism.

**Keywords:** Human translation. Machine translation. Metadata. Abstracts. Scientific articles. Mexican scientific journals in the humanities. Scientific communication.

estudio resulta valioso, tanto para investigadores de la traducción, como para profesionales de la organización y representación del conocimiento, especialmente ante la abundancia de información y la complejidad en el acceso preciso a ella.

En general, los metadatos ofrecen un futuro prometedor ya que constituyen un área fundamental de la investigación académica y la práctica profesional, alcanzando en su beneficio a diversas personas e instituciones (Mayernik, 2020). En específico, las palabras clave guardan una función

principal, ya que permiten caracterizar documentos para mejorar la localización, tanto del documento completo como de fragmentos dentro del mismo, con lo cual son consideradas como uno de los principales lenguajes de indización (Lardera y Hjørland, 2021).

Históricamente debe resaltarse que, al finalizar la segunda Guerra Mundial el idioma inglés empieza a cobrar relevancia como lengua franca o lengua vehicular de la ciencia, impactando descomunalmente las disciplinas científicas, las cuales lo emplean casi de forma exclusiva para la divulgación y comunicación del conocimiento generados a través de diversos medios (Vicente Cubero, 2019). Debe tenerse en cuenta que la gran mayoría de la comunidad científica internacional no posee dicho idioma como lengua materna, no obstante, esto no ha sido un impedimento para que la proporción de artículos escritos en inglés y firmados por autores no anglófonos aumente en los últimos años (López Navarro et al., 2017).

Existen perspectivas que justifican la adopción de un lenguaje científico universal, lo cual ofrecería un efecto positivo en la comunidad científica facilitando el acceso a la literatura científica, además de permitir la comunicación con otros científicos en cualquier parte del mundo (Ulitkin et al., 2021), con lo cual se generan vínculos y redes de investigación, tanto de los autores como en beneficio de las propias revistas (Beltrán-Santoyo et al., 2021). Sin embargo, algunos otros autores consideran que el inglés como lengua vehicular tiene varias desventajas, ya que se convierte en un desafío para los autores académicos no nativos, quienes deben someter sus textos a procesos de edición y revisión, lo cual implica un costo elevado que no necesariamente se puede asumir (Vardaro et al., 2019; Acosta Plata, 2021).

Los estudios sobre el uso del idioma inglés para fines académicos por parte de la comunidad científica no anglófona señalan que el uso eficaz del lenguaje es de los retos más trascendentales que enfrenta cualquier investigador sin importar su lugar de origen o lengua materna. Así, los comentarios de los revisores acerca del uso de un idioma distinto aparecen recurrentemente en todas las evaluaciones, sin exceptuar a las de los autores cuya lengua materna es el inglés. A pesar de estos señalamientos, otros estudios exponen la presión a la que han sido sometidos los miembros de la comunidad investigadora no anglófona para publicar en inglés en lugar de realizarlo en su lengua materna. Aunque tampoco se puede negar que gran parte de los investigadores eligen en qué idioma publicar, lo cual es influenciado por su deseo de extender su audiencia más allá de las fronteras nacionales (López Navarro et al., 2017).

Respecto a las barreras lingüísticas, éstas pueden ser un obstáculo para acceder a la cuantiosa información generada; y es que es tan considerable la cantidad de información que se produce, que es improbable satisfacer la demanda de traducciones confiando de forma exclusiva en traductores humanos profesionales (Pineda González y Tarango, 2018). Consecuentemente, el uso de la traducción automática puede resultar un reto de la lingüística computacional, ya que, al imitar a la capacidad humana, podría llegarse a la generación de estructuras de procesamiento del lenguaje tan similares que pongan en duda la capacidad humana en sí (Fernández Torné y Matamala, 2021). Existen diversos sistemas de traducción automática basados en diferentes enfoques de traducción y algoritmos, los cuales tienen ventajas y desventajas, pero una característica que comparten todos es que por lo general son usados como dispositivos totalmente automáticos, es decir, traducen un texto fuente a un idioma destino sin la intervención de humanos (Wang et al., 2021; Rivera-Trigueros, 2022).

En cuanto a las perspectivas de los expertos en materia de traducción, hay opiniones encontradas sobre el uso de la traducción automática. Algunos afirman que puede ser de gran utilidad a la hora de traducir textos técnicos debido a que, gracias a su precisión y características semánticas, sintácticas y estilísticas, son idóneos para obtener una traducción automática aceptable (Fernández Torné y Matamala, 2021). Otros tantos consideran que la completa automatización con traducción automática se encuentra muy lejos de la realidad actual ya que los textos producidos requieren de revisión (post-edición) por traductores humanos para obtener un resultado apropiado (Ferrer Año, 2019). Muchos otros están de acuerdo en que los principales obstáculos de la traducción automática no son computacionales sino lingüísticos, de ambigüedad léxica, complejidad sintáctica, diferencias de vocabulario entre idiomas, de elíptica y de construcciones no gramaticales. Son considerados problemas que implican la extracción del significado de frases y textos desde el análisis de signos escritos y la producción de oraciones y textos con un significado equivalente (Viver Sorolla, 2018).

Tomando como referencia las perspectivas anteriores, este estudio tiene como finalidad analizar el tipo de errores que se incurre con más frecuencia la traducción generada por los traductores automáticos. Todo ello en comparación con la traducción original de resúmenes como unidades aisladas de artículos de revistas científicas. El propósito es probar si la traducción automática ha llegado a un nivel que rivalizaría con la traducción humana, o que, por lo contrario, está todavía

lejana de las capacidades humanas de traducción. Por tanto, se examinan a detalle las condiciones sintáctico-semánticas, léxico-semánticas, morfosintácticas, ortotipográficas y pragmático-culturales de traducción humana y automática que observan los metadatos (específicamente en el resumen al convertirlo a abstract) en artículos científicos publicados durante el año 2022 incluidos en revistas del área de humanidades del Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia (México).

## 2. Implicaciones en la calidad de la traducción automática ante la ausencia de bilingüismo

La función del traductor es entendida como un fenómeno lingüístico-cultural, basado en dos visiones fundamentales al caso: la teoría funcionalista de la traducción y el análisis del discurso. La correcta aplicación de los principios teóricos antes mencionados, han demostrado tener especial relevancia por sus contribuciones a la traducción en general y específicamente en la estructura del discurso científico. Las barreras geográficas y lingüísticas han constituido un reto a la transmisión del conocimiento a lo largo de la historia. La principal estrategia para solventar dichas barreras comunicativas es el uso de una lengua común, también conocida como lengua vehicular, lengua franca o lingua franca (Acosta Plata, 2021) y en ámbitos académicos, como lengua vehicular de la ciencia.

El crecimiento sostenido del mercado de la traducción afecta a todos los países del mundo y ha llevado a algunos a investigar e implementar programas de traducción automática como una posible solución al aumento de la demanda. En la medida en que la comunidad científica comience a reconocer esta barrera lingüística, que se valore la producción científica en otros idiomas y que se mejore la accesibilidad a la producción escrita en inglés mediante su traducción, será posible que los usuarios de este conocimiento puedan beneficiarse. Aunque existen recomendaciones acerca de comenzar a evaluar de forma equitativa las publicaciones realizadas en idiomas diferentes al inglés, no parece haber directrices claras sobre cómo poner estas medidas en práctica (Acosta Plata, 2021).

En la literatura científica existe cierta discrepancia al querer identificar un concepto preciso sobre lo que se entiende por traducción de calidad, pero sí consiguen concordar en condiciones para identificar una serie de rasgos generales que identifiquen su definición (Pérez Rodríguez y Huertas Abril, 2016; Martínez Mateo, 2022). Para definir tal concepto y adaptarlo a las circunstancias de interés,

será necesario enfatizar en la definición de su objetivo, necesidades del cliente y la adecuación de textos según sus circunstancias. De esta forma es posible identificar los fines de la traducción: (1) comprensión del contexto, un caso de uso en el que la traducción debe entenderse, pero no es necesaria una calidad imoluta; y (2) difusión, donde la calidad es un factor imprescindible del proceso de traducción.

De acuerdo con Ragni y Nunes Vieira (2011), Moor-kens (2018) y Chatzikoumi (2020) los criterios básicos pueden, por lo tanto, resumirse como: la fluidez en el idioma de destino, que incluye gramaticalidad y naturalidad; adecuación como en la equivalencia semántica y pragmática entre el texto fuente y el texto meta; y cumplimiento con las posibles especificaciones del solicitante. Durante los últimos años se han desarrollado multitud de técnicas de evaluación, que se han utilizado para todo tipo de sistemas de traducción automática basados en reglas (usos gramaticales más adecuados), estadísticos (frecuencias de formas de traducción), híbridos (combinación de patrones gramaticales y frecuencias) y neuronales (donde se consideran esquemas de pensamiento). En la literatura internacional, las técnicas de evaluación se clasifican como métricas automáticas o humanas (o manuales).

Para mantener los estándares de calidad en la traducción es necesario evitar errores que la lleven a una condición de carencia de rigor, evitando con ello, los que se determinan durante el proceso de la labor de traducción y los que aparecen después de finalizar este proceso (Cossío Montalvo y Rodríguez, 2021; Roble, 2022). Una determinada expresión puede considerarse “correcta” en el sentido de que es funcional o “incorrecta”, según el contexto. En cambio, para llevar a cabo el análisis del texto meta, se propone su propia clasificación de errores de traducción automática, después de analizar algunas de las más importantes clasificaciones que se identifican en la literatura científica.

La clasificación propuesta para evaluar las condiciones de la traducción debe ajustarse de manera más adecuada al texto a analizar y se deben considerar los siguientes elementos tipo (Hidalgo, 2009; Gramigna, 2013; Cossío Montalvo y Rodríguez, 2021): léxico-semánticos, morfosintácticos, ortotipográficos, pragmático-culturales y retóricos.

Tales características son necesarias en la toma de decisiones del traductor al desarrollar su trabajo: identificar el texto meta, su intención y características de los interesados en el trabajo. Este criterio se rige por patrones lingüísticos y pragmáticos, identificados y clasificados por Maldonado y Liébana González (2021) como errores que debe

evitar el traductor y por lo tanto poseer conocimientos suficientes para que no sucedan, tema que es estudiado posteriormente como una condición de control de los procesos de calidad de la traducción. Los principales aspectos a considerar se resumen en los siguientes errores: (1) léxicos (mantener la consistencia del contenido); (2) sintácticos (aunque el orden de las expresiones es diferente al original, mantiene aspectos concordantes); (3) léxico-sintácticos (aceptación inadecuada de oraciones mal construidas); (4) léxico-semánticos (referido a las alteraciones en el sentido de las oraciones); (5) sintáctico-semánticos (alteración del sentido de las oraciones, aunque la traducción sea correcta); y (6) léxico-sintáctico-semánticos (son errores acumulados en un mismo contexto: mala elección de acepciones de términos, sintaxis incorrecta y problemas de sentido en el entendimiento del sentido del texto).

Otra propuesta de evaluación de la calidad de la traducción (sea automática o humana), es la presentada por Aguilar Canal (2019) y Liebling et al. (2022), quienes clasifican los elementos a considerar, tales como: evaluación cuantitativa, calidad de la traducción, dimensión macrotextual, comparación entre el texto original y el traducido, terminología adecuada, así como adecuación pragmática.

Además de los anteriores modelos de medición de la calidad de la traducción, existen dos visiones fundamentales al respecto, una basada en la necesidad de transmitir el verdadero sentido del texto original y la otra, la consideración de utilizar la traducción automática con la tecnología idónea ante la ausencia de conocimiento de otro idioma. Para que una traducción sea considerada de buena calidad, debe transmitir el contenido del texto original desde el punto de vista connotativo como denotativo. Ante esto, muchas veces estas traducciones automáticas terminan siendo aceptables por sus usuarios, quienes en su mayoría no poseen conocimiento de traducción profesional. El grado de aceptación de una traducción se puede valorar según la opinión o la impresión del receptor de la lengua meta (Cossío Montalvo y Rodríguez, 2021).

Si bien, se ha profundizado en los aspectos de calidad en la traducción automática, es importante identificar los elementos a evaluar para definir la calidad de la traducción humana, estas son las siguientes: fidelidad e inteligibilidad, adecuación y fluidez, clasificación de oraciones completas y tiempo de post-edición. En oposición, la traducción automática no es expresiva y menos objetiva, por tanto, se mide: organización de la información lingüística, información morfológica, información sintáctica, información de semántica de oraciones, léxico y morfología (Vardaro et al., 2019).

La conceptualización y evolución de la traducción automática se caracteriza como aquel proceso mediante el cual se utilizan herramientas de software de computadora con lo cual sea posible pasar de forma adecuada del lenguaje natural al estandarizado (Rueda Álvarez y Álvarez Méndez, 2022). Cabe mencionar que la traducción automática es empleada por usuarios en todo el mundo, ya sea porque no dominan un idioma extranjero o precisan de su inmediatez. De la misma forma, se ha visto un creciente uso de esta herramienta en traductores en formación y profesionales. En los últimos años, como solución ante la barrera idiomática, se han implementado estos sistemas de traducción automática en conversaciones en línea (chats) con el fin de establecer contacto con cualquier parte del mundo (Cossío Montalvo y Rodríguez, 2021).

La traducción automática investiga los enfoques para traducir texto de un lenguaje natural a otro. Es un subcampo de la lingüística computacional que extrae ideas de la lingüística, la informática, la teoría de la información, la inteligencia artificial y la estadística. Durante mucho tiempo tuvo mala reputación porque se percibía como de baja calidad. Especialmente, la sociedad ha sido testigo de un gran progreso en la calidad de la traducción automática, lo que la hizo interesante también para su uso en la industria de la traducción. Su calidad es todavía inferior a la traducción humana, pero eso no significa que no tenga buenos usos prácticos (Sepesy Maučec y Donaj, 2020).

Los métodos de traducción automática se podrían emplear de diferentes maneras, por ejemplo, comprender el texto ligeramente, sin importar la redacción, sino que basta la transmisión del mensaje del texto origen y posibilitar la comunicación entre personas de diferentes lenguas. No obstante, en la actualidad hay información publicada día a día destinada a campos específicos, lo cual conlleva a la necesidad de utilizar traductores automáticos por la rapidez y la demanda económica que involucra (Cieza Delgado, 2020).

La traducción automática es posible que suceda bajo diversas dimensiones y propósitos, tales como la traducción automática en sí y la traducción automática estadística. La idea principal de los sistemas de traducción automática basada en ejemplos es recopilar textos y sus traducciones en los que poder basarse para generar sus propias traducciones. El sistema segmenta las oraciones y busca coincidencias en otras traducciones (Mohamed et al., 2021; Rodríguez del Rosario, 2021). Cuando se han extraído las partes útiles, se recombinan y se realizan los cambios necesarios para generar la nueva traducción. Los sistemas de traducción automática estadística necesitan grandes corpus para realizar las traducciones.

Estos sistemas alinean textos y utilizan algoritmos de análisis para calcular cuál es la probabilidad de que un término se traduzca por otro término sin perder el sentido. El sistema *Candide* fue el primer sistema de traducción automática estadística (López Pereira, 2019; Llopis Prats, 2020).

La traducción automática ha demostrado ser de gran utilidad en el campo de investigación; desde años atrás, ha sido utilizada para entender de una manera más rápida y como un apoyo o herramienta en una determinada población, siendo que estos avances demandaron de tiempo y esfuerzo más allá de lo comúnmente requerido (Cieza Delgado, 2020). No obstante, la principal dificultad que enfrentan los sistemas de traducción automática es la ambigüedad léxica (por homografía), por polisemia (que se da cuando una palabra tiene dos o más significados) y estructural (desde un punto de vista gramatical). Varios términos son homógrafos si se escriben igual, pero tienen significados diferentes, mientras que son polisémicos si tienen varios significados relacionados entre sí. El tipo más común es la ambigüedad léxica categorial (Llopis Prats, 2020).

Es posible encontrar varios tipos de interferencia: léxica, sintáctica, cultural y de convenciones genéricas relacionadas con la macroestructura del texto. Las más comunes son la sintáctica y la léxica, especialmente por la constante aparición de neologismos. Por otro lado, los falsos amigos también son característicos de los textos científicos. Son palabras que se escriben de manera muy parecida, pero que tienen significados distintos en dos lenguas (Llopis Prats, 2020).

Al tratarse del uso de máquinas, el traductor automático difícilmente identifica ambigüedades del lenguaje, en cambio, un traductor humano se basa en cinco habilidades cognitivas: origen del texto original, ausencia de comprensión del destinatario final, equivalencias lingüísticas entre el texto original y el traducido, e identificación de aspectos socioculturales (Fernández Torné y Matala, 2021).

Asimismo, la tecnología asociada con la traducción ha dado paso a la creación de herramientas útiles, como la traducción asistida por ordenador y la traducción automática. La traducción automática es una traducción producida con tecnología avanzada, sin intervención de traductores humanos. Por tanto, la traducción automática o denominada *machine translation* en inglés emplea un sistema o software de computadora para realizar la traducción (Cossío Montalvo y Rodríguez, 2021). Además, profesionales y académicos del ámbito de la traducción y de la lingüística computacional consideran el surgimiento de nuevos sistemas de traducción automática, afirmando que

su calidad es tal que suele no diferenciarse de la traducción humana o bien, se comportan al nivel de cualquier traductor promedio. Por ejemplo, en el caso de las noticias, algunos académicos han llegado a considerar que la traducción automática supera a la traducción humana, no obstante, estos sistemas de traducción automática, aunque arrojan productos de calidad, no han seguido la aplicación de medios de evaluación adecuada de la traducción (Briva-Iglesias, 2021).

Es importante tener en consideración dos perspectivas sobre el tema de estudio: la primera, es que los traductores, las empresas de traducción y los servicios de traducción de los gobiernos y las organizaciones internacionales deben ser responsables de la calidad de su producto (Rivera-Trigueros, 2022); la segunda perspectiva radica en que, impulsada por la globalización y los desarrollos de rápido crecimiento de la era digital, ha proliferado la comunicación entre idiomas y culturas a través de la traducción (Asscher y Glikson, 2023).

### 3. Metodología

La delimitación del estudio comprende lo siguiente: (1) el universo de estudio fue el Sistema de Clasificación de Revistas Mexicanas de Ciencia y Tecnología (México), del cual sólo se consideraron las revistas pertenecientes al área de humanidades (27 publicaciones) y se utilizaron los 410 artículos publicados durante el año 2022; y (2) de cada artículo seleccionado sólo se utilizó la parte específica de los metadatos referente al resumen, elemento que al ser traducido se convierte en abstract.

El encuadre metodológico de la investigación se basa en los siguientes criterios: por su enfoque paradigmático se trata de una investigación cuantitativa; por su naturaleza se trata de una investigación no experimental; por su finalidad se trata de una investigación descriptiva; y por su temporalidad es un diseño transeccional.

Para la realización de la presente investigación, se desarrollaron las siguientes actividades metodológicas.

Tomando como referencia la literatura científica se derivó una rúbrica para evaluar las condiciones de la traducción de los abstract de los documentos participantes, la cual se compone de 15 criterios específicos de evaluación para identificación de errores de traducción, agrupados así: sintáctico-semántico (un criterio); léxico-semánticos (cinco criterios); morfosintácticos (cuatro criterios); ortotipográficos (dos criterios); y pragmático-culturales (tres criterios).

En cada criterio a evaluar los errores de traducción, se identificaron dos niveles de gravedad:

gravedad baja (con un descuento de -10 puntos de 100) y gravedad alta (con un descuento de -20 puntos de 100), dando al final un puntaje total en contra y como resultado, un puntaje global de evaluación de cada producto (Tabla I). Este criterio, de inicio fue una asignación arbitraria, considerando para ello la experiencia profesional de los investigadores en procesos de evaluación de la calidad de la traducción, tomando en consideración las implicaciones de cada rasgo de traducción y la calidad de los mismos.

<i>Errores de Traducción</i>	<i>Gravedad</i>	
	Baja	Alta
<i>Tipo sintáctico-semántico:</i>		
1. El orden sintáctico altera el sentido	-10	-20
<i>Tipo léxico-semántico:</i>		
2. Errores de sentido con respecto al termino	-10	-20
3. Término se mantiene en lengua de origen	-10	-20
4. Se adicionan palabras	-10	-20
5. Se omiten palabras	-10	-20
6. Selección léxica con respecto a los términos polisémicos	-10	-20
<i>Tipo morfosintáctico:</i>		
7. Inadecuación en la categoría gramatical	-10	-20
8. Distribución de los componentes de la oración	-10	-20
9. Inadecuación en la concordancia (género, número, persona)	-10	-20
10. Inadecuación en las construcciones -ing del inglés (gerund y present participle)	-10	-20
<i>Tipo ortotipográfico:</i>		
11. Uso de mayúsculas y minúsculas	-10	-20
12. Signos de puntuación	-10	-20
<i>Tipo pragmático-cultural:</i>		
13. Inadecuación con respecto al registro	-10	-20
14. Inadecuación con respecto a frases idiomáticas, interjecciones y locuciones	-10	-20
15. Inadecuación con respecto a los nombres propios, ciudades, países, festividades	-10	-20
Puntaje total en contra	x / 100	

*Tabla I. Rúbrica de evaluación de errores de traducción*

Para ello, se hizo una adaptación a una escala preexistente (UNESCO, 2023) y se adaptó de la siguiente manera en cinco rangos de calificación final por traducción: 0-29 (inaceptable, es una traducción no válida); 30-59 (insuficiente, no alcanza los niveles exigidos); 60-79 (suficiente, se puede utilizar realizando modificaciones de importancia); 80-99 (satisfactorio, se puede utilizar realizando algunas correcciones de poca importancia); y 100 (destacado, se puede utilizar tal cual). Es importante indicar que los resúmenes originales fueron sometidos a metodologías de evaluación para identificar que en su formato original no se utilizaron medios de traducción automática, de lo contrario se descartaron en su participación en el proceso de evaluación. Esta escala ofrece una serie

de perspectivas cualitativas que definen la calidad de la traducción, a lo que fue necesario asignar una calificación cuantitativa para mejor percepción de la condición observada y así optimizar el procesamiento estadístico de los datos.

Una vez integrada la rúbrica, se procedió a solicitar la validación de cinco expertos en traducción. La rúbrica inicial proponía una escala de -1 (gravedad baja) y -2 (gravedad alta). Sin embargo, dos de los evaluadores sugirieron modificarla a -10 y -20 respectivamente por considerar que arrojaba calificaciones objetivas de calidad con 80 puntos como calificación mínima aprobatoria. Respecto a los criterios específicos de evaluación, de inicio eran 13, no obstante, dada la importancia de la dimensión léxico-semántica, se sugirió agregar dos más. Ambas recomendaciones fueron aceptadas y atendidas.

Ante la totalidad de datos recolectados, se procedió a generar una base electrónica con los resúmenes publicados, constituida de los siguientes elementos: (1) nombre de la revista, institución editora de la revista, tipo de institución, resumen original en español, abstract (traducido de forma humana por los autores y aprobado por la propia revista) y su posterior traducción usando tres sistemas de traducción automática de acceso libre (Google, Microsoft y Systran).

Una vez agrupadas las traducciones (una humana y tres automáticas), se procedió a la aplicación de la rúbrica antes descrita, así como su respectiva evaluación, identificando para ello, criterios específicos de error presentes en el texto y asignando una calificación final en una escala de 0 a 100 puntos. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software estadístico SPSS versión 29.

La reproductividad del estudio se fundamenta en los siguientes análisis estadísticos desarrollados para probar la robustez de la investigación: análisis de contingencias por institución generadora, tipo de institución y pos revista; rangos de error en la distribución de promedios; obtención de medias por sistema de traducción, por criterio específicos y por niveles de gravedad; y análisis de diagramas de cajas. No obstante, deben tenerse en cuenta dos condiciones: (1) la aplicación en otros contextos disciplinares o geográficos, los cuales están determinados específicamente por un nivel de bilingüismo bajo de los investigadores; y (2) los cambios tecnológicos recientes con la inclusión de la inteligencia artificial, los cuales han superado ampliamente cualquier expectativa previa.

Sistema de traducción	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Original	40	100	84.83	13.382
Microsoft	40	100	83.90	12.361
Systran	40	100	83.62	14.051
Google	47	99	80.90	10.960

Tabla II. Comparación de resultados globales por sistema de traducción evaluado

#### 4. Análisis de resultados

De acuerdo a la calificación general obtenida por cada sistema de traducción evaluado, es posible observar que tanto la traducción humana (original) como la traducción automática obtienen un puntaje superior a los 80 puntos para lograr alcanzar la media, que, según la escala de evaluación utilizada en esta investigación adaptada de las propuestas de UNESCO (2023) para asignación de calificaciones cuantitativas y cualitativas sobre el desempeño académico, se agrupan dentro del rango de satisfactorio. De acuerdo a los resultados de las medias estadísticas, la mejor

calificación global se asocia con la traducción humana (original) y la más baja corresponde al traductor automático de Google (Tabla II).

De acuerdo a los cinco rangos probables de calificación final por traductor, la Tabla III permite observar una mayor concentración en los cuatro casos dentro del rango de Satisfactorio seguido del Suficiente. Aunque existen diferencias en la distribución general por escalas de calificación agrupada, se observan solo algunas diferencias notorias a favor de la traducción humana en comparación con la automática. Así también, no se representan ventajas entre un sistema automático en comparación con los demás.

Calificación final agrupada	Traducción humana (original) %	Google %	Microsoft %	Systran %
30-59 Insuficiente	3.7	6.6	5.1	7.6
60-79 Suficiente	19.8	36.1	15.1	14.1
80-99 Satisfactorio	51.7	57.3	68.3	61.5
100 Destacado	24.9	0.0	11.5	16.8

Tabla III. Calificación final agrupada por traductor

Tipo de institución y escala	Traducción original %	Google %	Microsoft %	Systran %	
Universidades públicas federales	30-59 Insuficiente	6.7	6.7	3.3	5.8
	60-79 Suficiente	18.3	30.0	15.8	17.5
	80-99 Satisfactorio	44.2	63.3	60.0	50.8
	100 Destacado	30.8	0.0	20.8	25.8
Centros públicos de investigación	30-59 Insuficiente	1.9	0.0	9.3	11.1
	60-79 Suficiente	16.7	35.2	13.0	18.5
	80-99 Satisfactorio	38.9	64.8	72.2	63.0
	100 Destacado	42.6	0.0	5.6	7.4
Universidades públicas estatales	30-59 Insuficiente	2.0	9.5	4.0	6.0
	60-79 Suficiente	22.1	43.7	15.1	12.1
	80-99 Satisfactorio	57.3	46.7	72.4	68.3
	100 Destacado	18.6	0.0	8.5	13.6
Universidades privadas	30-59 Insuficiente	12.5	0.0	4.0	12.5
	60-79 Suficiente	12.5	12.5	15.1	0.0
	80-99 Satisfactorio	25.0	87.5	72.4	62.5
	100 Destacado	50.0	0.0	8.5	25.0
Universidades públicas estatales con apoyo solidario	30-59 Insuficiente	3.4	0.0	10.3	17.2
	60-79 Suficiente	17.2	17.2	13.8	10.3
	80-99 Satisfactorio	75.9	82.8	72.4	55.2
	100 Destacado	3.4	0.0	3.4	17.2

Tabla IV. Análisis de contingencia entre calificación agrupada y tipo de institución

En relación con la evaluación de medias en los sistemas de traducción por criterios específicos, se presenta un resumen de las medias estadísticas de cada uno de los 15 criterios específicos que se evalúan de los cuatro sistemas de traducción (Tabla V). Para estos casos de análisis por criterios específicos de evaluación, debe indicarse que, a

menor media estadística los resultados son más favorables ya que no se presentaron evidencias de errores de gravedad baja o alta. Esto representa que sólo se mencionarán aquellas incidencias con mayor presencia, consideradas debilidades dentro de cada sistema de traducción.

Criterios de evaluación	Original		Google		Microsoft		Systran	
	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.
<i>Tipo sintáctico-semántico</i>								
El orden sintáctico altera el sentido	.68	3.429	.54	3.236	.39	2.770	.59	3.375
<i>Tipo léxico-semántico</i>								
Errores de sentido con respecto al término	1.85	5.504	2.54	6.168	2.29	6.025	3.22	7.088
Término se mantiene en lengua de origen	2.76	6.291	1.76	4.879	1.83	5.263	1.07	3.933
Se adicionan palabras	.63	2.981	.59	2.644	.34	2.398	.24	1.834
Se omiten palabras	.71	3.315	.24	2.084	.32	2.244	.44	2.579
Original Selección léxica con respecto a los términos polisémicos	.59	3.150	.73	3.490	.80	3.645	1.46	5.024
<i>Tipo morfosintáctico</i>								
Inadecuación en la categoría gramatical	.66	2.850	.39	2.177	.39	2.061	.49	2.570
Distribución de los componentes de la oración	.20	1.702	.49	2.664	.22	1.769	.29	2.192
Inadecuación en la concordancia (género, número, persona)	.37	2.236	.17	1.474	.07	.853	.27	2.139
Inadecuación en las construcciones -ing del inglés (gerund y present participle)	.07	1.103	.12	1.303	.05	.988	.05	.988
<i>Tipo ortotipográfico</i>								
Uso de mayúsculas y minúsculas	5.49	5.031	8.32	3.874	8.17	4.233	7.10	4.856
Signos de puntuación	.32	1.889	.46	2.218	.46	2.105	.32	1.889
<i>Tipo pragmático-cultural</i>								
Inadecuación con respecto al registro	.32	1.889	.24	1.834	.27	1.896	.27	1.896
Inadecuación con respecto a frases idiomáticas, interjecciones y locuciones	.07	1.103	.10	1.207	.05	.698	.05	.698
Inadecuación con respecto a los nombres propios, ciudades, países, festividades	.46	2.622	.51	2.794	.49	2.842	.51	2.964

Tabla V. Evaluación de medias de la traducción humana (original) y automática por criterios específicos

Criterio de evaluación	Original		Google		Microsoft		Systran	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
<i>Tipo sintáctico-semántico</i>								
El orden sintáctico altera el sentido	11	2.7	39	9.5	8	2.0	12	2.9
<i>Tipo léxico-semántico</i>								
Errores de sentido con respecto al término	31	7.6	39	9.5	38	9.3	58	14.1
Término se mantiene en lengua de origen	40	9.8	19	4.6	26	6.3	12	2.9
Se adicionan palabras	6	1.5	3	.7	5	1.2	2	.5
Se omiten palabras	9	2.2	4	1.0	4	1.0	5	1.2
Original Selección léxica con respecto a los términos polisémicos	9	2.2	11	2.7	12	2.9	26	6.3
<i>Tipo morfosintáctico</i>								
Inadecuación en la categoría gramatical	4	1.0	2	.5	1	.2	4	1.0
Distribución de los componentes de la oración	2	.5	5	1.2	2	.5	4	1.0
Inadecuación en la concordancia (género, número, persona)	3	.7	1	.2	0	0	4	1.0
Inadecuación en las construcciones -ing del inglés (gerund y present participle)	1	.2	1	.2	1	.2	1	.2
<i>Tipo ortotipográfico</i>								
Uso de mayúsculas y minúsculas	1	.2	2	.5	6	1.5	6	1.5
Signos de puntuación	1	.2	1	.2	0	0	1	.2
<i>Tipo pragmático-cultural</i>								
Inadecuación con respecto al registro	1	.2	2	.5	2	.5	2	.5
Inadecuación con respecto a frases idiomáticas, interjecciones y locuciones	1	.2	1	.2	0	0	0	0
Inadecuación con respecto a los nombres propios, ciudades, países, festividades	5	1.2	6	1.5	7	1.7	5	1.2

Tabla VI. Evaluación de niveles de gravedad alta en traducción original y automática por criterios específicos

Dado que, en los cuatro sistemas de traducción se observa alta coincidencia de medias estadísticas en criterios con mayor incidencia, estos se resumen de la siguiente forma: (1) traducción original (errores de sentido con respecto al término=

1.85, término se mantiene en lengua de origen= 2.76 y uso de mayúsculas y minúsculas= 5.49); (2) Google (errores de sentido con respecto al término= 2.54, término se mantiene en lengua de origen= 1.76 y uso de mayúsculas y minúsculas=

8.32); (3) Microsoft Systran (errores de sentido con respecto al término= 2.29, término se mantiene en lengua de origen= 1.83 y uso de mayúsculas y minúsculas= 8.17); y (4) Systran (errores de sentido con respecto al término= 3.26, término se mantiene en lengua de origen= 1.46 y uso de mayúsculas y minúsculas= 7.10).

Respecto a la evaluación de los niveles de gravedad en los sistemas de traducción por criterios específicos, sólo se consideraron las frecuencias de artículos que observaron condiciones de gravedad alta, esto según los resultados de cada uno de los sistemas de traducción por criterio específico evaluado (Tabla VI). De forma específica se presentan a continuación las situaciones más críticas en situaciones de gravedad alta sobre la base de 410 artículos analizados:

En la traducción original se distinguen los siguientes criterios: (1) errores de sentido con respecto al término (7.6 %); y (2) término se mantiene en lengua de origen (frecuencia: 9.8 %).

Google observa resultados de mayor gravedad en los siguientes criterios de evaluación: (1) Errores de sentido con respecto al término (9.5 %).

Microsoft observa gravedad alta en: (1) errores de sentido con respecto al término (9.3 %); y (2) término se mantiene en lengua de origen (6.3 %).

Systran observa condiciones de alta gravedad en: (1) errores de sentido con respecto al término (14.1 %); y (2) Selección léxica con respecto a los términos polisémicos (6.3 %).

El análisis de contingencia entre calificaciones agrupadas por tipo de traducción y tipo de institución editora de las revistas participantes en el estudio, permitió comparar los resultados de la escala de evaluación de la traducción (niveles de insuficiente, suficiente, satisfactorio y destacado) y las formas de traducción incluidas en la investigación (original, Google, Microsoft y Systran), todo ello en concordancia con las variables del estudio: tipo de institución y revistas.

La importancia de analizar las traducciones según el tipo de institución (1) de donde proviene la edición de las revistas científicas radica en que cada tipo puede mostrar un diferente perfil en cuanto a la importancia que se da o promueve a la comunicación científica. Aun cuando la Tabla IV merece un análisis detallado, sobresalen los siguientes hallazgos: (1) se observan mejores resultados en la traducción original producida de forma humana en los cinco tipos de instituciones en comparación con los tres traductores automáticos; (2) en el nivel más alto de la escala de evaluación (Destacado), la traducción humana supera notablemente a la traducción automática; (3) tanto en la traducción automática como en la

humana, el rango de mayor frecuencia tiende a agruparse en el nivel de Satisfactorio; y (4) los rangos de Insuficiente tienden a mostrar presencia generalizada en todos los tipos de instituciones, no obstante, sus porcentajes en general son bajos.

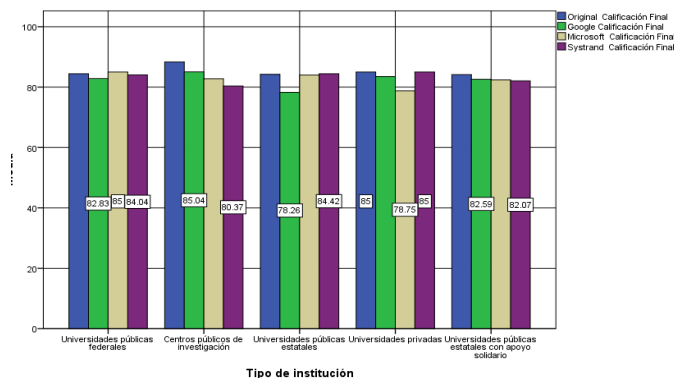


Figura 1. Medias de promedios generales por forma de traducción y tipo de institución

Otra visión del análisis de resultados globales, se presenta como una concentración de datos que evalúan en su conjunto el comportamiento de las formas de traducción estudiadas y el tipo de institución editora de las revistas participantes, en esta ocasión basado en medias de promedios generales. Los resultados expresados en la Figura 1, muestran uniformidad en los niveles de calidad de las distintas alternativas estudiadas y aunque se observen diferencias, tales no son representativas de una superioridad marcada en los promedios generales. No obstante, se puede reconocer que la traducción humana (original), en todos los casos observó ligeras ventajas competitivas en relación con la traducción automática.

Respecto a las medias estadísticas de calificaciones finales por revista evaluada, estas resultaron de la sumatoria de promedios de las evaluaciones de cada uno de los resúmenes. Los resultados generales de las 27 revistas evaluadas son los siguientes: (1) en la traducción original, siete obtuvieron un puntaje de 69-79 (nivel de Suficiente), en tanto, 20 se ubican en un rango de 80-95 (nivel de Satisfactorio); (2) el traductor automático Google arroja que una revista observó una media de 56 (nivel de Insuficiencia), nueve revistas obtuvieron un rango de 65-77 (nivel de Suficiente) y 17 un rango de 80-95 (nivel de Satisfactorio); (3) el traductor automático Microsoft observa que seis revistas ofrecen una media general de evaluación en el nivel de Suficiencia dentro del rango de 73-79 y 21 revistas obtuvieron medias que van de 80-93 puntos bajo el cali-

ficativo de Satisfactorio; y (4) en el traductor automático Systran, seis revistas ofrecen una media general de evaluación en el nivel de Suficiencia dentro del rango de 74-79 y 21 revistas obtuvieron medias que van de 80-90 puntos bajo el calificativo de Satisfactorio.

## 5. Conclusiones

Esta investigación surgió de forma coyuntural ante la amplia divulgación que se ha presentado en torno al uso de la Inteligencia Artificial en diversos contextos, especialmente en el académico y en la comunicación científica. Aunque no se aborda a la Inteligencia Artificial como tema central, si se relaciona con el uso de la tecnología para la solución de prácticas científicas ordinarias que lleven a investigadores no bilingües a solucionar problemas de traducción, al menos en elementos aislados de un documento científico a través de la traducción de metadatos, tales como el título del documento, el resumen y las palabras clave, evitando la dependencia de traductores profesionales, a quienes incluso, no se está en la posibilidad de solventar económicamente tales servicios.

Los resultados obtenidos en esta investigación, aunque descriptivos, analizaron una situación compleja para la comunicación de la ciencia, donde, además de responder al objetivo planteado, surge una amplia variedad de hallazgos de los cuales se podrían obtener diversas inferencias sobre el papel de los actores involucrados en esta clase de procesos. Tales actores son: los propios editores de las revistas al aceptar metadatos traducidos como válidos, los investigadores (autores de los artículos) en la aceptación de sus limitaciones y en la búsqueda de soluciones precisas respecto a la cuestión de traducción, así como las instituciones generadoras de conocimiento quienes buscan posicionar a sus revistas a través de la aplicación de diversos criterios de rigor científico.

Concretamente, es posible llegar a dos conclusiones generales: (1) la traducción humana sigue ofreciendo los mejores parámetros de calidad en la estructura de metadatos en un idioma diferente al original; (2) Las alternativas a sistemas de traducción de libre acceso, aunque con diversos detalles no representativos, solucionan el problema de la traducción de metadatos, siempre y cuando, estén escritos de forma adecuada en su idioma original (español); y (3) pareciera que la situación ideal fuera la traducción mixta entre lo humano y lo automático, especialmente cuando existe una ausencia de traductor profesional y se logre la adquisición de una cultura lingüística genérica del idioma al que se traduce (ortografía,

léxico, estilo de redacción, etc.), esto por parte del autor o de los autores de los textos científicos.

Para responder al objetivo planteado, se afirma que la traducción automática, en términos generales y de acuerdo con los sistemas de traducción participantes (Google, Microsoft y Systran), ofrece soluciones similares a la traducción humana hecha por autores de manuscritos científicos para ser aceptados en su publicación en la revista correspondiente. Tal afirmación, sin embargo, no es generalizable a todos los conceptos, especialmente si se considera que sólo se tocaron dos elementos distintivos: circunscribirse a revistas mexicanas (en otros países pueden suceder cuestiones diferentes por su cercanía o no al idioma inglés) y del área de humanidades (la condición en otras disciplinas científicas puede ofrecer retos diferentes).

Al identificar las diferencias sintáctico-semánticas, léxico-semánticas, morfosintácticas, ortotipográficas y pragmático-culturales entre la traducción humana y automática de metadatos de artículos científicos (resúmenes) de las revistas en cuestión, puede manifestarse, que cada resumen evaluado generalmente no presenta errores de traducción, siendo que, en las condiciones más adversas, únicamente sobresalen por su frecuencia tres criterios con resultados fallidos en la traducción: (1) errores de sentido con respecto al término; (2) término se mantiene en lengua de origen; y (3) uso de mayúsculas y minúsculas.

Respecto a la factibilidad de comprobar la efectividad de los traductores automáticos participantes en el estudio (Google, Microsoft y Systran), en su condición de ofrecer soluciones efectivas en traducción de metadatos de artículos científicos (resúmenes) del área de humanidades como alternativa para investigadores que demandan recurrir a ellos, puede afirmarse que es factible que el investigador recurra a su uso. Aunque se observaron diferencias entre los tres sistemas, su funcionalidad es similar y las diferencias no son representativas para decidirse por alguno de los tres traductores automáticos.

## Notas

- (1) El sistema educativo mexicano de nivel superior es ampliamente clasificatorio en gran número de subsistemas educativos independientes. Para el caso, sólo participan cinco categorías, las cuales coinciden en la generación de publicaciones científicas propias. Cada subsistema observa diversos elementos socio-históricos que los caracteriza. Las universidades públicas federales son las de mayor dimensión poblacional y presupuestal, incluso son las más antiguas; las universidades públicas estatales, en general son de tamaño medio y se ubican en estados fuera de la capital federal y se derivan de las anteriores; los centros públicos de investigación son modelos institucionales alternos tendientes a promover la investigación

por encima de la docencia; las universidades públicas estatales con apoyo solidario, son instancias de reciente creación con financiamiento estatal y federal, tal es el caso de las universidades indígenas y multiculturales (además de otras), mismas que se ubican en regiones que demandan satisfacer necesidades locales de estudiantes con bajas posibilidades de movilidad; las universidades privadas, sin importar su condición o características distintivas, son aquellas instituciones que no recibe financiamiento del gobierno.

## Declaración de autoría

*Javier Tarango*: Conceptualization (lead), Writing – original draft (lead), Writing – review & editing (equal).

*Haydee Menchaca*: Investigation (lead), Data curation (lead).

*Fidel González-Quiñones*: Methodology (lead), Formal analysis (lead), Validation (lead), Writing – review & editing (equal).

*Efraín Alfredo Barragán-Perea*: Writing – review & editing (equal).

## Referencias

- Acosta Plata, Marta (2021). El lenguaje controlado y la traducción automática como vehículos de transmisión del conocimiento científico [Tesis de Máster en Traducción Especializada, Universidad de Vic – Universidad Central de Cataluña].
- Aguilar Canal, Enrique Obed (2019). Evaluación de la calidad del traductor automático DeepL del inglés al español en textos especializados [Tesis, Licenciatura en Traducción e Interpretación, Universidad César Vallejo].
- Asscher, Omri; Glikson, Ella (2023). Human evaluations of machine translation in an ethically charged situation. // *New Media & Society*. 25:5, 1087-1107. <https://doi.org/10.1177/14614448211018833>
- Beltrán-Santoyo, Giovanni; Ruíz-Huerta, Estela Aurora; Gómez-Bernal, Juan Miguel (2021). La importancia e influencia del idioma inglés dentro del campo científico. // *Revista Lengua y Cultura*, 35:5, 46-5. <https://doi.org/10.29057/lc.v3i5.7499>
- Briva-Iglesias, Vicent (2021). Traducción humana vs. traducción automática: análisis contrastivo e implicaciones para la aplicación de la traducción automática en traducción jurídica. // *Mutatis Mutandis*. 14:2, 571-600. <https://doi.org/10.17533/udea.mut.v14n2a14>
- Cieza Delgado; Yessika Yanina (2020). Análisis de errores sintácticos de la traducción automática en textos médicos [Tesis de Licenciatura en Traducción e Interpretación, Universidad César Vallejo].
- Cossío Montalvo, Rebeca Tatiana; Rodríguez, Rosario (2021). Errores de traducción de los chats comerciales del inglés al español en un traductor automático, Lima 2021 [Tesis, Licenciatura en Traducción e Interpretación, Universidad César Vallejo].
- Chatzikoumi, Eirini (2020). How to evaluate machine translation: A review of automated and human metrics. // *Natural Language Engineering*. 26:2, 137-161. <https://doi.org/10.1017/S1351324919000469>
- Fernández Torné, Anna; Matamala, Anna (2021). Human evaluation of three machine translation systems: From quality to attitudes by professional translators. // *Vigo International Journal of Applied Linguistics*. (8, 97-121. <https://doi.org/10.35869/vial.v0i18.3366>
- Ferrer Añó, Núria (2019). Análisis de la utilidad de herramientas de traducción automática en traducción especializada: La traducción inglés-español de sentencias del Tribunal Europeo de Derechos Humanos [Tesis de Máster en Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza y Tratamiento de Lenguas, UNED].
- Gramigna, Anita (2013). Estética y relación con el pensamiento científico: El papel del lenguaje y el modelo de la investigación contemporánea. // *Thémata: Revista de Filosofía*. (47): 121-137.
- Hidalgo, Sandra Lorena (2009). Lenguaje, ciencia y metafórica de la realidad: Aproximaciones a la estética del lenguaje científico en Nietzsche. // *Visitas Al Patio*. 3, 113-129. <https://doi.org/10.32997/2027-0585-vol.0-num.3-2009-2265>
- Lardera, Marco; Hjørland, Birger (2021). Keyword. // *Knowledge Organization*. 48:6, 430-456. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2021-6-430>
- Liebling, Daniel; Heller, Katherine; Robertson, Samantha; Deng, Wesley (2022). Opportunities for human-centered evaluation of machine translation systems. Findings of the Association for Computational Linguistics: NAACL, 229-241. <https://doi.org/10.18653/v1/2022.findings-naacl.17>
- López Navarro, Irene; Moreno Fernández, Ana I.; Rey Rocha, Jesús (2017). Dificultades de los investigadores españoles para publicar en revistas internacionales: Métricas, editores y multilingüismo. // *Teknokultura*. 14:1, 13-33. <https://doi.org/10.5209/tekn.54142>
- López Pereira, Ariana (2019). Traducción automática neuronal y traducción automática estadística: Percepción y productividad. *Revista Tradumàtica*. // *Tecnologies de la Traducció*. (17): 1-19. <https://doi.org/10.5565/rev/tradumatica.235>
- Llopis Prats, Marta (2020). La traducción automática aplicada a textos científicos: análisis de la traducción de un artículo científico generada por DeepL [Trabajo de Final de grado, Universitat Jaume I]. <https://bit.ly/3NXXU3n>
- Maldonado, María Concepción; Liébana González, María (2021). Los motores de traducción automática y su uso como herramienta lexicográfica en la traducción de unidades léxicas aisladas. // *Círculo de Lingüística Aplicada a la Comunicación*. 88: 189-211. <https://dx.doi.org/10.5209/clac.77002>
- Martínez Mateo, Roberto (2022). Evaluar la calidad de las traducciones profesionales: Propuesta de un modelo mixto. Editorial Comares.
- Mayernik, Matthew S. (2020). Metadata. // *Knowledge Organization* 47:8, 696-713. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2020-8-696>
- Mohamed, Shereen A.; Elsayed, Ashraf A.; Hassan, Y. F.; Abdou, Mohamed A. (2021). Neural machine translation: Past, present, and future. // *Neural Comput & Applic*. 33: 15919-15931. <https://doi.org/10.1007/s00521-021-06268-0>
- Moorkens, Joss (2018). What to expect from Neural Machine Translation: A practical in-class translation evaluation exercise. // *The Interpreter and Translator Trainer*. 12:4, 375-387. <https://doi.org/10.1080/1750399X.2018.1501639>
- Pérez Rodríguez, Vanessa; Huertas Abril, Cristina (2016). La importancia de la calidad en el ámbito de la traducción: estudio comparativo entre traductores autónomos, traductores en plantilla y clientes de servicios de traducción. // *Futhark*. 11, 85-105. <http://doi.org/10.12795/futhark.2016.i11.06>
- Pineda González, Laura Lorena; Tarango, Javier (2018). Barreras lingüísticas entre profesores universitarios. // *Cuadernos Fronterizos*. 43, 37-40. <https://doi.org/10.20983/cuadfront.2018.43.15>
- Ragni, Valentina; Nunes Vieira, Lorena (2021). What has changed with neural machine translation? A critical review of human factors. // *Perspectives*. 30: 137-158. <https://doi.org/10.1080/0907676x.2021.1889005>

- Rivera-Trigueros, Irene (2022). Machine translation systems and quality assessment: a systematic review. // *Lang Resources & Evaluation*. 56: 593–619. <https://doi.org/10.1007/s10579-021-09537-5>
- Roble, Brandon (2022). ¿Cómo se evalúa la calidad de la traducción automática? // *ABC Translations*. <https://bit.ly/3pEnlas>
- Rodríguez del Rosario, Carlota (2021). Creación de motores de traducción automática (estadística y neuronal) inglés-español especializados en el campo de la aviación con la herramienta Mtuoc [Tesis de Máster de Traducción y Tecnologías, Universitat Oberta de Catalunya].
- Rueda Álvarez, Juana del Carmen; Álvarez Méndez, Domingo David (2022). El uso de traductores automáticos para la traducción técnica italiano-español. // *Ciencia Latina: Revista Científica Multidisciplinar*. 6:4, 4642-4657. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i4.2963](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2963)
- Sepesy Maučec, Mirjam; Donaj, Gregor (2020). Machine Translation and the Evaluation of Its Quality, En Ali Sadollah y T. Tilendra Shishir Sinha, *Recent Trends in Computational Intelligence*. 143-158. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.89063>
- Ulitkin, Ilya; Filippova, Irina; Ivanova, Natalia; Poroykov, Alexey (2021). Automatic evaluation of the quality of machine translation of a scientific text: The results of a five-year-long experiment. // *E3S Web Conf*. 284: 1-12. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128408001>
- Unesco (2023). Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina: Observatorio regional de políticas de educación. <https://siteal.iiep.unesco.org/>
- Vardaro, Jennifer; Schaeffer, Moritz; Hansen-Schirra, Silvia (2019). Translation Quality and Error Recognition in Professional Neural Machine Translation Post-Editing. // *Informatics*. 6:3, 41. <https://doi.org/10.3390/informatics6030041>
- Vicente Cubero, Santiago (2019). El inglés como lengua vehicular para los experimentos científicos en el aula de primaria [Tesis de grado en Educación Primaria, Universidad de Valladolid].
- Viver Sorolla, Paula (2018). La evaluación de las herramientas de traducción automática (TA) desde la perspectiva del traductor: Google Translate, Bing, Babylon y Systran [Tesis de pregrado, Universidad de Valladolid]. <https://bit.ly/42Qprbk>
- Wang, Haifeng; Wu, Hua; He, Zhongjun; He, Huang, Liang; Ward Church, Kenneth Ward (2021). Progress in Machine Translation. // *Engineering*. (18): 143-153. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.03.023>

---

Enviado: 2025-07-28. Segunda versión: 2025-12-23.  
Aceptado: 2025-12-23.

---

---

# Índice de autores

*Author index*

---

Barragán-Perea, Efraín Alfredo, 47  
Durán Muñoz, Edgar, 13  
Flores Chávez, Manuel Alejandro, 13  
Garrido Villegas, Patricia, 13  
González-Quiñones, Fidel, 47  
López-Morales, Ana, 21

Menchaca, Haydee, 47  
Pastor-Sánchez, Juan-Antonio, 21  
Ruipérez-Valiente, José A., 21  
Tarango, Javier, 47  
Vicente, Paulo, 37

---

# Índice de materias en español

*Subject index in Spanish*

---

Análisis del discurso foucaultiano, 37  
Artículos científicos, 47  
Biblat, 13  
BibLex, 13  
Ciencia de la Información, 37  
CLASE, 13  
Comunicación científica, 47  
Datos enlazados, 21  
Desarrollo web, 21  
Exploración de datasets, 21  
Foucault, Michel, 37  
Indización automatizada, 13  
Inteligencia artificial generativa (GenIA), 13

Metadatos, 47  
Métodos de análisis de datos, 37  
Métodos de investigación, 37  
Paradigma crítico, 37  
Periódica, 13  
Procesamiento de lenguaje natural (PLN), 13  
RDF, 21  
Resúmenes, 47  
Revistas científicas mexicanas en humanidades, 47  
Traducción automática, 47  
Traducción humana, 47  
Visualización de datos semánticos, 21  
Web semántica, 21

---

# Índice de materias en inglés

*Subject index in English*

---

Abstracts, 47  
Automated indexing, 13  
Biblat, 13  
BibLex, 13  
CLASE, 13  
Critical paradigm, 37  
Data analysis methods, 37  
Dataset exploration, 21  
Foucauldian discourse analysis, 37  
Foucault, Michel, 37  
Generative artificial intelligence (GenIA), 13  
Human translation, 47  
Information Science, 37

Linked Data, 21  
Machine translation, 47  
Metadata, 47  
Mexican scientific journals in the humanities, 47  
Natural language processing (NLP), 13  
Periódica, 13  
RDF, 21  
Research methods, 37  
Scientific articles, 47  
Scientific communication, 47  
Semantic data visualization, 21  
Semantic Web, 21  
Web development, 21