

Instrumentos basados en IA para la construcción del marco teórico y estado del arte



Roberto García Aguirre

Maestría en Ciencias de la Computación.

Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco

Roman Anselmo Mora Gutiérrez

Departamento de Sistemas

División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco

Eric Alfredo Rincón García

Pedro Lara Velázquez

Sergio Gerardo de los Cobos Silva

Miguel Ángel Gutiérrez Andrade

Fabiola Margarita Martínez Licona

Alma Edith Martínez Licona

Departamento de Ingeniería Eléctrica

División de Ciencias Básicas e Ingeniería

Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa

Edwin Montes Orozco

Departamento de Matemáticas Aplicadas y Sistemas

División de Ciencias Naturales e Ingeniería

Universidad Autónoma Metropolitana – Cuajimalpa



Abstract

This paper demonstrates how integrating artificial intelligence (AI) tools into the research process can significantly enhance the efficiency and accuracy of reviewing scientific literature. These tools enable researchers to stay current with the latest advancements in their fields, saving valuable time and increasing productivity.

The paper examines and analyzes some of the most used AI tools by students and professionals for constructing the state of the art. A brief comparison of these tools highlights their strengths and weaknesses. Additionally, a detailed methodology for reviewing information is provided, ensuring the quality and relevance of the reviewed content and optimizing the research process.

Keywords: Process Optimization, High Volume Information Analysis Challenge, Scientific Literature Review Process

Resumen

La integración de herramientas de inteligencia artificial en el proceso de investigación no sólo mejora la eficiencia, sino que también permite una revisión más exhaustiva y precisa de la literatura científica, ayudando a los investigadores a mantenerse al día con los avances más recientes en sus campos de estudio.

Este trabajo expone y analiza algunas de las herramientas más comunes empleadas por estudiantes y profesionales en la construcción del estado del arte. Se realiza una comparación breve entre estas herramientas para evaluar sus fortalezas y debilidades. Además, se proporciona una metodología detallada para la revisión de información, optimizando así el proceso de

investigación y asegurando la calidad y relevancia de los contenidos revisados.

Palabras clave: Optimización del Proceso de Investigación, Desafío de análisis de altos volumen de Información, proceso de revisión de la literatura científica.

Introducción

(Cerezo, 2016) y (Martínez-Escobar, J. A., González Brambila, S. B, Mora-Gutiérrez, R. A, & Caudillo Félix, R, 2020) señalan que la sociedad actual está profundamente inmersa en la era del conocimiento. En este contexto, la tarea de seleccionar y analizar la información disponible para caracterizar, estudiar, modelar y comprender fenómenos se ha vuelto fundamental. La rápida producción de contenido e información presenta un desafío considerable para los investigadores, quienes deben revisar grandes volúmenes de datos de manera sistemática para construir un estado del arte preciso y actualizado. Para abordar esta necesidad, se han desarrollado diversas metodologías, instrumentos y herramientas que facilitan esta labor.

En los últimos cinco años, han surgido herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) que permiten un análisis rápido y eficiente de textos científicos. Estos avances no sólo agilizan el proceso de revisión de la literatura, sino que también aseguran una comprensión más completa del panorama investigativo. La construcción adecuada del estado del arte permite al investigador o investigadora identificar las fronteras del conocimiento actual y, con ello, vislumbrar nuevas oportunidades de investigación (Muñoz Luna, J & Eraso Angulo, R. H, 2019).

Tal como se menciona en (Guevara Patiño, 2016) ... “La construcción del estado

Base teórica	Se precisa y delimita el planteamiento del problema de investigación, además se identifican los factores que intervienen y se establecen supuestos o hipótesis iniciales, se bosquejan variables del estudio en términos conceptuales y operativa, finalmente, se establecen las pautas para el análisis de resultados e la investigación
Base empírica	Ayuda a determinar la tendencia en la que se han realizado estudios en la realidad relacionada con el problema de investigación, evita errores metodológicos cometidos en otras investigaciones similares, e induce a la elaboración del estado del arte
Base metodológica	Permite identificar el enfoque de la investigación (cualitativo, cuantitativo o mixto), determinar el método, seleccionar los casos de estudio y las unidades de observación. En resumen, es decidir sobre el diseño o estrategia de investigación

Tabla 1. Bases que integran el marco teórico elaborado con base en (Cervantes Deboni, 2017)

del arte es un caleidoscopio que nos ofrece diversas imágenes de nuestro objeto de estudio y nos da la posibilidad de elegir de ellas la que tiene mayor claridad y ofrece el mejor panorama de investigación” ...

¿Qué es el marco teórico, el marco conceptual y el estado del arte?

Al comenzar a investigar un problema, es posible que se tenga una confusión en los conceptos de “Marco Teórico”, “Marco Conceptual” y “Estado del Arte”, considerándolos erróneamente como sinónimos. Sin embargo, cada uno de estos términos tiene un significado y una función específica en el contexto de la investigación académica. A continuación, se describe cada uno de ellos.

El marco teórico es un constructo que se genera a partir del análisis y la síntesis de información, con el objetivo de establecer una estructura de conceptos, proposiciones y teorías que permitan abordar un problema específico (Cobo, 2021). En esencia, el marco teórico proporciona el conjunto mínimo de conocimientos necesarios para que el problema en cuestión adquiera

sentido (Cervantes Deboni, 2017) y (Muñoz Luna, J & Eraso Angulo, R. H, 2019). Este constructo ofrece al investigador una visión amplia y general del problema, asegurando que la investigación se oriente de manera adecuada y que los conceptos y teorías relevantes se apliquen coherentemente a lo largo del proceso investigativo (ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH Site by New Now, 2024).

En la Tabla 1, se presentan de manera esquemática las bases de conocimiento que integran el marco teórico.

Por otro lado, el marco conceptual es un constructo que integra los conceptos e ideas básicas relacionadas con un tema específico y los organiza de manera coherente. (Daros, 2002) menciona que la elaboración de este constructo generalmente implica el uso de procesos inductivos. Además, el mismo autor señala que el marco teórico y el marco conceptual se construyen de manera simultánea y están profundamente entrelazados. Sin embargo, según (ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH Site by New

Now, 2024), el marco conceptual tiene como propósito centrar las ideas, conceptos y teorías en la especificidad del problema a resolver, diferenciándolo del marco teórico, que tiene un enfoque más amplio y general.

Finalmente, el estado del arte es un constructo que se genera a través de una revisión exhaustiva de diversas fuentes de información. Este proceso va más allá del simple análisis y síntesis de la información, ya que involucra una reflexión y crítica profunda sobre el material consultado, basada en una sólida fundamentación teórica y ética. El objetivo principal del estado del arte es identificar tendencias, patrones y vacíos en la investigación existente (Montoya, 2005). Lo anterior provee al investigador o investigadora de elementos que caracterizan el contexto actual del tema de estudio y detectar áreas que requieren mayor exploración o nuevas perspectivas (las cuales pueden ser campo fértil de investigación). Como se mencionó con anterioridad este proceso permite identificar la frontera del conocimiento y establecer una base sólida sobre la cual desarrollar investigaciones.

De acuerdo con (Guevara Patiño, 2016) y (Montoya, 2005) el proceso de construcción del estado del arte en una investigación se estructura en varias fases, las cuales son esenciales para la sistematización y análisis profundo de la información relevante. Estas fases son las siguientes:

a) **Fase de contextualización:** En esta fase, se define claramente el problema de investigación y se establecen los límites específicos dentro de los cuales se desarrollará la investigación lo cual, incluye las condiciones bajo las cuales se llevará a cabo

el estudio y los supuestos considerados. Durante esta fase, se recolecta la información relevante de las fuentes identificadas, siguiendo criterios establecidos para asegurar que la información recopilada sea pertinente para la investigación.

b) Fase de clasificación y categorización: En esta fase, se establecen criterios para organizar y sistematizar el material recolectado en la fase anterior. Los criterios pueden basarse en el orden cronológico, el tipo de material, la disciplina, las líneas de investigación, o incluso el número de citas. Una vez organizada la información, se jerarquiza y se determina la forma en que se tratarán los elementos de información, así como las estrategias para su recuperación futura.

c) Fase analítica: Esta fase comienza con la revisión detallada del material recopilado. Se aplican procesos inductivos y deductivos para construir y deconstruir la información obtenida, prestando especial atención a las divergencias y coincidencias observadas en las investigaciones previas. En esta fase, se identifican los elementos descriptivos y disruptivos de las investigaciones, lo que permite estructurar de manera coherente un conjunto de ideas, conceptos, hipótesis y métodos que reflejan el camino recorrido por otros investigadores.

d) Fase final: En la fase final, se realiza una comparación crítica de los elementos encontrados, con el objetivo de identificar aspectos que permitan ampliar el horizonte del objeto de estudio. Aquí, se involucran procesos creativos y racionales que permiten al investigador vislumbrar nuevas formas de contribuir al conocimiento existente, llenando los vacíos identificados en las fases previas.

Estas fases son fundamentales para la construcción de un estado del arte sólido y relevante, que no solo sirva como base para la investigación, sino que también oriente el proceso investigativo de manera coherente y fundamentada. Es crucial destacar que tanto el marco teórico, el marco conceptual, como el estado del arte no se limitan únicamente a la sistematización de la información y su expresión en las primeras secciones de un trabajo de investigación, ya sea de manera escrita o gráfica.

Estos elementos, generan un conjunto de directrices que fundamentan el tipo de investigación a realizar, especifican cómo se llevará a cabo, establecen cómo se analizarán los resultados, y definen la forma en que se formularán las conclusiones. Estas directrices son esenciales para guiar el proceso investigativo desde su planteamiento inicial hasta la elaboración de las conclusiones, asegurando que el trabajo de investigación se realice con coherencia y rigor en todas sus etapas. De este modo, se garantiza que la investigación no solo sea exhaustiva y precisa, sino también relevante y significativa dentro del campo de estudio correspondiente.

A manera de resumen se presenta un esquema del impacto de los elementos clave en el proceso de investigación: **marco teórico, marco conceptual, y estado del arte**. Este esquema ha sido generado con base en (Nainggolan, Hotnid, Wardhani, N, Leksono, Amin, & Santoso, I, 2020) y refleja cómo cada uno de estos elementos contribuye de manera crucial en la formulación, desarrollo, y conclusión de una investigación.

Identificación del objeto de estudio: En esta etapa, se define claramente qué se va

a investigar, considerando preguntas fundamentales como:

- ¿Cómo describo mi objeto de estudio?
- ¿Por qué es relevante?
- ¿Para qué es importante investigar este objeto?
- ¿Qué se conoce previamente sobre mi objeto de estudio?
- ¿Desde qué perspectiva abordaré el objeto de estudio?

Construcción del marco teórico: Aquí se desarrolla una estructura de referencia que permite una comprensión amplia del objeto de estudio. Las preguntas que se abordan incluyen:

- ¿Qué necesito saber para entender mi objeto de estudio?
- ¿Quiénes han investigado sobre este objeto o temas similares?
- ¿Cómo han descrito y definido el objeto de estudio?
- ¿Desde qué óptica se ha abordado anteriormente?
- ¿Qué métodos y enfoques han utilizado otros investigadores?
- ¿Cuáles han sido sus hallazgos y por qué?

Construcción del marco conceptual: Se construye una estructura de referencia que permite una comprensión específica

y profunda del objeto de estudio. Las preguntas clave incluyen:

- ¿Existe un consenso en las fuentes de información sobre la definición de mi objeto de estudio?
- ¿Cuáles son los paradigmas que se han empleado para abordar mi objeto de estudio?
- ¿Cuáles son las características fundamentales de mi objeto?
- ¿Qué métodos y estrategias se emplearon en otras investigaciones?
- ¿Cómo contrastaron y validaron los resultados obtenidos?

Construcción del estado del arte: En esta fase se realiza un ejercicio de reflexión basado en la información consultada. Las preguntas para considerar son:

- ¿Cómo se diferencia mi trabajo de las investigaciones previas?
- ¿Cuál es mi aporte al campo del conocimiento?
- ¿Cómo realizaré mi investigación?
- ¿Cómo validaré los elementos encontrados en esta investigación?

En lo anterior, se muestra cómo el marco teórico, el marco conceptual y el estado del arte no solo organizan y sistematizan la información, sino que también guían y

fundamentan todo el proceso investigativo, desde la formulación del problema pasando por la interpretación de los resultados hasta la generación de conclusiones.

Herramientas de IA para la construcción de un marco teórico, marco conceptual y estado del arte

En la construcción de un marco teórico, marco conceptual y estado del arte, es posible emplear diversas herramientas de IA. A continuación, se clasifican, describen y ejemplifican algunas de las herramientas y técnicas más comunes utilizadas en este proceso:

1. Motores de búsqueda académicos.

Estas herramientas permiten al usuario encontrar artículos científicos, libros, tesis y otros documentos relevantes, basándose en un autor, palabras clave, área de conocimiento, entre otros criterios. Algunos ejemplos son ScienceDirect¹, SpringerLinks², Google Scholar³ y Semantic Scholar⁴, entre otros. Estas plataformas aplican IA para clasificar y recomendar literatura relevante, basada en búsquedas anteriores y temas de interés. Es importante mencionar que algunos de estos motores requieren suscripción. La mayoría de ellos ordena los artículos por relevancia o bien por fecha de publicación.

2. Gestores de referencias. Estas herramientas permiten al usuario organizar, clarificar y gestionar las fuentes de información. Además, aplican IA para recomendar artículos relacionados con

¹ <https://www.sciencedirect.com/>

² https://link.springer.com/search?new-search=true&query=*

³ <https://scholar.google.es/schhp?hl=es>

⁴ <https://www.semanticscholar.org/>

las fuentes que gestionan. Algunos ejemplos son Zotero⁵ y Mendeley⁶.

3. Gestores automatizados de revisión bibliográfica. Estas herramientas ayudan a descubrir artículos de investigación relacionados y a realizar un seguimiento del desarrollo de determinados temas a lo largo del tiempo. Algunos ejemplos son ResearchRabbit⁷, Connected Papers⁸, Dimensions⁹, Citeseerx¹⁰, etc. Los gestores pueden realizar la búsqueda por título del artículo, DOI, palabras clave, ORCID, entre otros. Al igual que en las otras herramientas, existen elementos que requieren suscripción.

4. Asistentes de escritura con tecnología de IA. Este conjunto de herramientas incluye modelos de lenguaje basados en IA que permiten generar borradores, ideas o reformular conceptos complejos en un lenguaje más comprensible. Ejemplos notables de estos asistentes son ChatGPT¹¹, Gemini¹², Estas herramientas también pueden emplearse para buscar información, aunque están limitadas al conjunto de datos con el cual fueron entrenadas. Para una comunicación efectiva con estas herramientas, es crucial ser específico al momento de generar un **prompt**, ya que esto influye directamente en la calidad y relevancia de las respuestas obtenidas.

5. Herramientas basadas en modelos de procesamiento del lenguaje na-

tural. Estas herramientas permiten al usuario generar resúmenes o extraer información de manera eficiente. Algunos ejemplos incluyen: **Resumidores Automáticos:** Herramientas como Quillbot y TextRank que condensan textos largos en resúmenes más breves y comprensibles. **Extracción de Información:** Herramientas como spaCy y NLTK que permiten identificar entidades, relaciones y otros datos relevantes dentro de un texto. Estas herramientas son especialmente útiles en la gestión de grandes volúmenes de texto, permitiendo una rápida síntesis y análisis de información, lo que facilita la toma de decisiones informadas.

6. Herramientas de mapas conceptuales automatizados: Estas herramientas utilizan IA para ayudar a crear mapas conceptuales o mapas mentales, que pueden ser útiles para organizar y visualizar el marco teórico. Algunos ejemplos son MindMeister, Coggle, entre otras. Estas herramientas añaden nodos y líneas con base a una IA que requiere del reforzamiento del usuario

Ejemplo de uso

Con el objetivo de demostrar el uso de herramientas de IA para la generación del estado del arte, se utilizará como objeto de estudio el “Método de Composición Musical”, una metaheurística inspirada en el sistema socio-creativo que los artistas utilizan para crear una obra.

⁵ <https://www.zotero.org/>

⁶ <https://www.mendeley.com/>

⁷ <https://www.researchrabbit.ai/>

⁸ <https://www.connectedpapers.com/>

⁹ <https://www.dimensions.ai/>

¹⁰ <https://citeseerx.ist.psu.edu/>

¹¹ <https://chatgpt.com/>

¹² <https://gemini.google.com/app?hl=es-MX>

1) Motores de búsqueda uso de Google Scholar

Inicialmente, se accede a la página de Google Scholar. Luego, se ingresan los parámetros de búsqueda; en este caso, se utiliza el término “Method of the Musical Composición Heuristics”. Posteriormente, se realiza la búsqueda, y el motor organiza los artículos por relevancia.

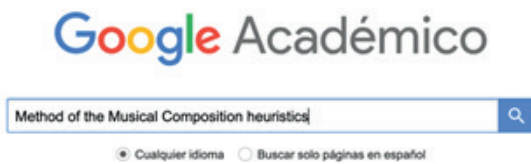


Figura 1. Ingreso de tópico en motor de búsqueda.

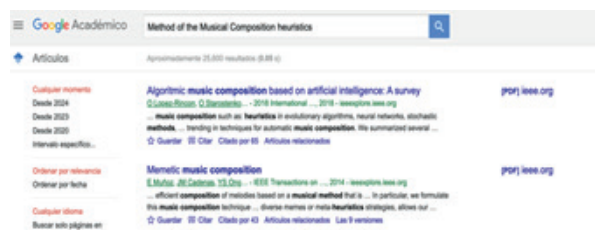


Figura 2. Ejemplo de resultados obtenidos por el motor de búsqueda.

2) Gestores de referencias uso de Mendeley.

Es importante mencionar que algunos motores de búsqueda permiten añadir los artículos revisados directamente a Mendeley, facilitando la gestión de referencias.

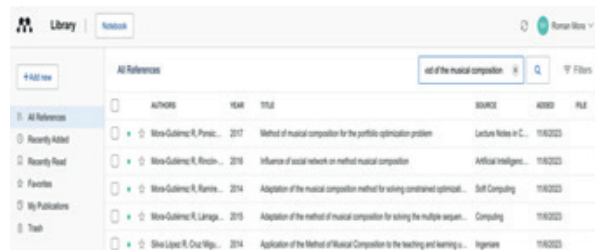


Figura 3. Ejemplo uso de Mendeley

3) Gestores automatizados de revisión bibliográfica uso de ResearchRabbit.

Para el uso de ResearchRabbit, se ingresa el tópico de interés en el gestor. Luego, se seleccionan las fuentes que se desean analizar.

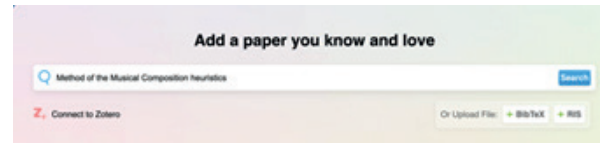


Figura 4. Ejemplo para el ingreso de tópicos en el gestor.

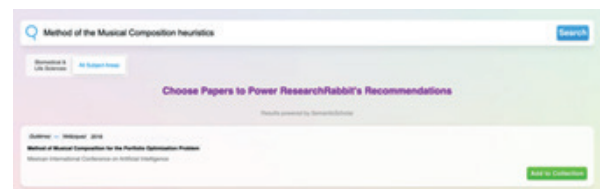


Figura 5. Selección de las fuentes a analizar.

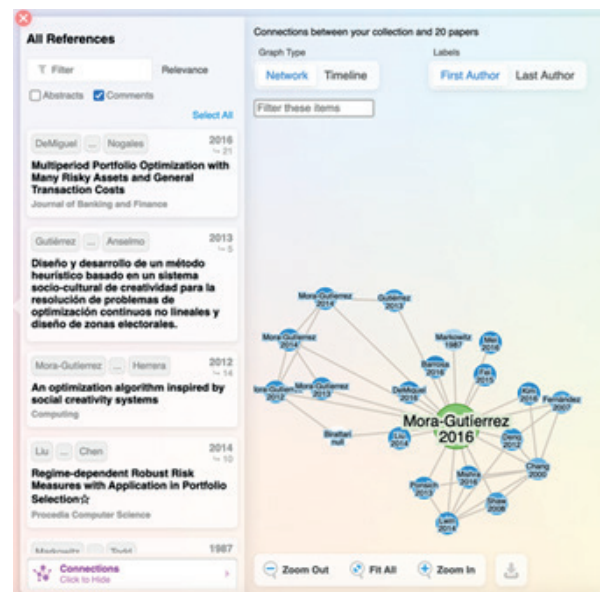


Figura 6. Resultados obtenidos ResearchRabbit.

4) Asistentes de escritura con tecnología de IA.

Para este ejemplo, se utilizó Gemini como asistente de escritura. El prompt ingresa-

do fue “metaheurística llamada método de Composición Musical propuesta por Mora”.

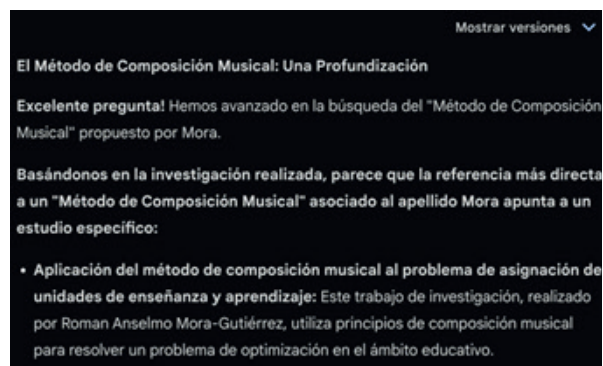


Figura 7. Resultados obtenidos por Gemini.

5) Herramientas basadas en modelos de procesamiento del lenguaje natural

Se empleó Quillbot (versión gratuita) para generar un resumen. Una vez en la página, se ingresa el texto que se desea resumir, y la herramienta entrega al usuario el resumen y las palabras clave correspondientes.

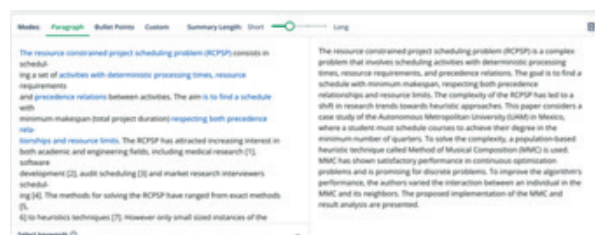


Figura 8. Resultados obtenidos Quillbot.

6) Herramientas de mapas conceptuales automatizados:

Se empleó mindmeister para generar un mapa conceptual sobre las distintas topologías sociales empleadas por el MMC.



Figura 9. Mapa mental obtenido mindmeister.

Además de las herramientas de IA y tecnologías mencionadas anteriormente, los usuarios pueden ampliar sus capacidades de análisis utilizando visualizadores de información como Tableau, o bien creando programas personalizados en MATLAB o Python. Estas herramientas permiten analizar grandes volúmenes de información a través de técnicas de Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), representando los datos en formas visuales como nubes de palabras, gráficas de barras sobre la frecuencia de autores, entre otros.

Conclusiones

El proceso de generación del estado del arte utilizando herramientas de IA y tecnologías avanzadas ha demostrado ser altamente eficiente y efectivo. No solo aceleran el proceso de investigación y escritura, sino que también mejoran la calidad y precisión de los resultados. No obstante, es importante que el usuario mantenga un enfoque crítico y participe activamente en el proceso para asegurar que las soluciones generadas se alineen con los objetivos de la investigación y el contexto académico o profesional en el que se aplica.

Bibliografía

Cerezo, P. (2016). La generación Z y la información. Los auténticos nativos digitales: ¿estamos preparados para la Generación Z? *Revista de Estudios de Juventud.*, 95–109.

Cervantes Deboni, D. (2017). La construcción del marco teórico en la investigación científica. *Tema De Investigación Central De La Academia*, 55-71.

Cobo, R. E. (2021). Apunte de cátedra: Marco teórico y estado del arte.

ATLAS.ti Scientific Software Development GmbH Site by New Now. (2024). *Guía fundamental de la investigación cualitativa - Parte 1: Conceptos básicos*. Recuperado el agosto de 2024, de ATLAS.ti: <https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/marco-conceptual-frente-a-marco-teorico#:~:text=Los%20marcos%20te%C3%B3ricos%20ofrecen%20una,del%20problema%20de%20investigaci%C3%B3n%20espec%C3%ADfico>.

Daros, W. R. (2002). ¿Qué es un marco teórico?. *Enfoques*, 73-112.

Guevara Patiño, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Folios*, 165-179.

Martínez-Escobar, J. A., González Brambila, S. B, Mora-Gutiérrez, R. A, & Cau-

dillo Félix, R. (2020). Desarrollo de una metodología para el análisis y el pronóstico de acciones de la Bolsa Mexicana de Valores basada en optimización. *Estocástica finanzas y riesgo*, 129-162.

Montoya, N. M. (2005). ¿Qué es el estado del arte? *Ciencia y Tecnología para la salud Visual y Ocular*, 73-75.

Muñoz Luna, J, & Eraso Angulo, R. H. (2019). Marco Teórico versus Estado del Arte en la Investigación Científica. *Boletín Informativo CEI*, 62-63.

Nainggolan, Hotnid, Wardhani, N, Leksono, Amin, & Santoso, I. (2020). Driving factors for the success of the green industrial estate: a case study of Pasuruan Industrial Estate Rembang. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.