

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL IX

 EDITORA
ARTEMIS
2026

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL IX

 EDITORA
ARTEMIS
2026



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores.

Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, **conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.**

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Xosé Somoza Medina
Imagem da Capa	peacestock/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Dr. Cristo Ernesto Yáñez León – New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, Estados Unidos
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha



Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil

Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil

Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México

Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil

Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil

Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^a Dr.^a Emilias Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca*, Espanha

Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República*, Uruguay

Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal*, Canadá

Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona*, Espanha

Prof.^a Dr.^a Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal

Prof.^a Dr.^a Galina Gumovskaya – Higher School of Economics, Moscow, Russia

Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil

Prof.^a Dr.^a Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis*, Argentina

Prof.^a Dr.^a Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal

Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof. Dr. Guillermo Julián González-Pérez, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg*, Suécia

Prof.^a Dr.^a Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil

Prof.^a Dr.^a Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura*, Peru

Prof.^a Dr.^a Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío*, Chile

Prof.^a Dr.^a Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College*, Estados Unidos

Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha

Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal

Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil

Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México

Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Díaz, Instituto Politécnico Nacional, México

Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha

Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia

Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*, México

Prof. Dr. Juan Porras Pulido, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil

Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil

Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil

Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México*, México

Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodriguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha

Prof. Dr. Manuel Simões, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal

Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil

Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil

Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina

Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil

Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I*, Espanha

Prof.ª Dr.ª Maria da Luz Vale Dias – Universidade de Coimbra, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil

Prof.ª Dr.ª MªGraça Pereira, Universidade do Minho, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

Prof.ª Dr.ª María Guadalupe Vega-López, *Universidad de Guadalajara*, México

Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba

Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil

Prof. Dr. Melchor Gómez Pérez, Universidad del Pais Vasco, Espanha

Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México

Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil

Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru

Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil

Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil

Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil

Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil

Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil

Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina

Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil

Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia

Prof.ª Dr.ª Susana Álvarez Otero – Universidad de Oviedo, Espanha

Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal

Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal



Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil

Prof.^a Dr.^a Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

Prof.^a Dr.^a Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil

Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental,
Cultural e Socioeconômico IX [livro eletrônico] /
Organizador Xosé Somoza Medina. – 1. ed. – Curitiba,
PR: Editora Artemis, 2026.
il. color.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Edição bilíngue.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-82858-30-7

DOI 10.37572/EdArt_280926307

1. Ciência e tecnologia. 2. Meio ambiente. 3.

Desenvolvimento sustentável. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 600

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



PRÓLOGO

Un nuevo volumen de la serie ***Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico***, el noveno ya, nos permite volver a reflexionar sobre los avances científico-tecnológicos y la transferencia de conocimientos a la sociedad. La ciencia y la tecnología ocupan hoy un lugar central en la comprensión y transformación de los distintos ámbitos de la vida contemporánea, pero tan importante es el avance en sí como la creciente posibilidad de difusión de esas innovaciones. El desarrollo actual no se limita a la creación de nuevos dispositivos, procesos o sistemas, sino que se manifiesta también en la capacidad de analizar problemas complejos, optimizar recursos, generar soluciones sostenibles, fortalecer la formación científica y ampliar las formas de interacción entre conocimiento, sociedad y desarrollo. Este libro es un buen ejemplo de esto último.

El presente volumen, ***Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Ambiental, Cultural e Socioeconômico IX***, reúne investigaciones que reflejan esta diversidad de aplicaciones a la sociedad de diferentes avances científicos y técnicos. Los capítulos aquí presentados abordan problemas y aplicaciones diversas, pero comparten una misma orientación: la búsqueda de respuestas actuales a situaciones problemáticas fundamentadas desde la ingeniería, la innovación tecnológica, la ciencia de materiales, la energía, el ambiente, la inteligencia artificial, la formación científico-tecnológica, o la comunicación de la ciencia.

La obra se organiza en tres grandes ejes temáticos.

El primero, ***“Ingeniería, Metodologías y Procesos Tecnológicos”***, reúne seis trabajos vinculados con modelado dinámico, robótica, diagnóstico técnico mediante vibraciones, procesos de corte y manufactura, mejora de la productividad industrial, estudio de materiales y biopolímeros y metodología de investigación en ingeniería. Estos capítulos evidencian el papel de la tecnología en la modelización, experimentación y optimización de procesos y la importancia de los avances metodológicos en el desarrollo de soluciones aplicadas a contextos industriales y científicos.

El segundo eje, ***“Energía y Sostenibilidad”***, integra cinco investigaciones relacionadas con la generación de energía mediante microturbinas hidráulicas, el aprovechamiento de la energía de las mareas, la exposición a contaminantes derivados del uso de biomasa como fuente de energía, la importancia de las plantas medicinales en la dieta y en la cultura tradicional y los nuevos enfoques de la comunicación pública sobre energía nuclear. En conjunto, estos estudios muestran cómo la energía, cualquier tipo de energía, es un ámbito del conocimiento científico y técnico de importancia clave en

nuestra sociedad actual. La energía importa, más que nunca, y la ciencia y la tecnología pueden contribuir tanto al aprovechamiento responsable de los recursos naturales como a la comprensión de sus impactos ambientales y sociales.

El tercer eje, **“Formación y Comunicación en la era de la Inteligencia Artificial”**, amplía el campo de análisis hacia otro ámbito de total actualidad científica y tecnológica, la Inteligencia Artificial. Los seis trabajos reunidos en esta sección examinan el rendimiento académico a través de análisis estadísticos avanzados, el uso de podcasts como herramientas de desarrollo socioemocional docente, la aplicación de la inteligencia artificial en la gestión pública, las dificultades en el aprendizaje por la falta de pensamiento lógico-matemático en una muestra de estudiantes de ingeniería de sistemas computacionales, un modelo de análisis multivariante para evaluar el proceso de aprendizaje y el uso de mundos virtuales para mejorar las capacidades del profesorado. Este conjunto de contribuciones permite observar cómo las tecnologías digitales y la Inteligencia Artificial no solo modifican procedimientos técnicos, sino también las formas de enseñar, aprender y construir significado en el mundo académico.

La diversidad de enfoques presente en esta obra constituye uno de sus principales aportes. Lejos de entender la ciencia y la tecnología como campos aislados, los trabajos aquí reunidos muestran su carácter transversal y su capacidad para dialogar con cuestiones ambientales, educativas, sociales, productivas y culturales.

Esperamos que este volumen contribuya al intercambio de conocimientos, al fortalecimiento de nuevas investigaciones y a la difusión de experiencias y propuestas capaces de ampliar las posibilidades de desarrollo científico y tecnológico en diferentes contextos.

Xosé Somoza Medina

Universidad de León, España

SUMÁRIO

ENGENHARIA, METODOLOGIAS E PROCESSOS TECNOLÓGICOS

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISIS DEL MODELO DINÁMICO DE UN MANIPULADOR ROBÓTICO INDUSTRIAL EN REFERENCIA AL DISEÑO DE SU SISTEMA DE CONTROL

Alejandro Armando Hossian

Roberto Carabajal

Carolina Hirschfeldt

Emanuel Maximiliano Alveal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263071

CAPÍTULO 2..... 16

APPLICATION OF VIBRATION EFFECTS IN TECHNICAL DIAGNOSTICS AND IDENTIFICATION

Vitalijs Beresnevics

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263072

CAPÍTULO 3.....32

CORTE POR CIZALLAMIENTO DE UNA SILUETA CIRCULAR BAJO CONDICIONES DE MÍNIMO Y MÁXIMO MATERIAL

Pedro de Jesús García Zugasti

Enrique Alejandro Vázquez Hernández

José de Jesús Navarro Delgado

Yolanda Rodríguez Corpus

Juan Compeán Rodríguez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263073

CAPÍTULO 4..... 46

IMPLEMENTACIÓN DE METODOLOGÍA ERIM PARA INCREMENTO DE PRODUCCIÓN EN ÁREA DE ACABADO DE ROTORES

Enrique Alejandro Vázquez Hernández

Pedro de Jesús García Zugasti

Juan Gabriel Sandoval Granja

Gerardo García Liñán

Luis Antonio Renovato Rivera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263074

CAPÍTULO 5..... 58

ROLE OF THE INTERACTION AMYLOSE-NANOCELLULOSE ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES AND MOISTURE SORPTION OF MAIZE STARCH

Ignacia González

Makarena Jiménez

Paulo Díaz-Calderón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263075

CAPÍTULO 6..... 72

CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: REVISIÓN NARRATIVA Y ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA ESTUDIANTES DE LICENCIATURA

Javier Montoya Ponce

Bertha Ivonne Sánchez Luján

María Teresa Martínez Acosta

María Guadalupe Amado Moreno

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263076

ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

CAPÍTULO 7..... 98

GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE MICROTURBINAS HIDRÁULICAS

Nelson Ramiro Gutiérrez Suquillo

Luis Miguel Sánchez Muyulema

Jonnathan Ismael Chamba Cruz

Guillermo Raúl Tumalli Naranjo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263077

CAPÍTULO 8..... 114

ENERGÍA DE LAS MAREAS, AGUA Y AIRE

Antonio Rabina Merelas

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263078

CAPÍTULO 9.....128

EXPOSICIÓN A HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS POR EL USO DE LEÑA EN LA COMUNIDAD LA MARCELA, MIQUIHUANA, TAMAULIPAS

Lorenzo Heyer Rodríguez

Valeria Navarro López

Bárbara Azucena Hernández Macías

Elizabeth del Carmen Andrade Limas

Jacinto Treviño Carreón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2809263079

CAPÍTULO 10..... 148

TALLER SOBRE FARMACIA Y COCINA VIVIENTE EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA DE HUAUTLA

Amanda Ortiz Sánchez

Angélica María Alemán Octaviano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630710

CAPÍTULO 11.....159

BEYOND PUBLIC ACCEPTANCE: REFRAMING NUCLEAR ENERGY COMMUNICATION IN INDONESIA

Muhammad Yunus Zulkifli

Yunita Permatasari

Atika Ratna Sari

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630711

FORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA ERA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

CAPÍTULO 12171

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO MEDIANTE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS MULTIVARIANTES: UN ENFOQUE REPRODUCIBLE CON RMARKDOWN

Alberto Hananel Baigorria

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630712

CAPÍTULO 13..... 194

EL PODCAST EDUCATIVO COMO DISPOSITIVO DE AUDIO-MEDIACIÓN PARA EL DESARROLLO SOCIOEMOCIONAL DOCENTE: ARQUITECTURA, MODELO ECOS Y CONSIDERACIONES ÉTICAS PARA EL DISEÑO DE APPS DE PODCAST SEL

Paula Correa-Gutiérrez

Fabiola Sáez-Delgado

Pilar Jara-Coatt

Natalia Zañartu-Canihuante

Felipe Albarrán-Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630713

CAPÍTULO 14..... 217

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN LA GESTIÓN PÚBLICA: INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y CALIDAD DEL SERVICIO AL CIUDADANO

José Ángel Meneses Jiménez

Manuel Rocha Gonzales

Raul Hernando Aguado Apolaya

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630714

CAPÍTULO 15..... 230

DIFICULTADES EN LA RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS Y HABILIDADES MATEMÁTICAS DE ESTUDIANTES EN LA MATERIA DE LENGUAJES Y AUTÓMATAS I

María Eugenia Carreón Romero

Emmanuel Vázquez Benito

Roberto Carlos Carreón Romero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630715

CAPÍTULO 16..... 243

ANÁLISIS MULTIVARIANTE DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO MEDIANTE R: UN ENFOQUE PRÁCTICO Y REPRODUCIBLE

Alberto Hananel Baigorria

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630716

CAPÍTULO 17268

COMPUTACIÓN AFECTIVA Y DISEÑO TECNOPEDAGÓGICO DE SISTEMAS DE MUNDO VIRTUAL PARA EL ENTRENAMIENTO SOCIOEMOCIONAL DOCENTE: REQUERIMIENTOS, COMPONENTES, PARÁMETROS DE INMERSIÓN Y EL MODELO SEED DE DESARROLLO PSICOEMOCIONAL SIMULADO

Fabiola Sáez-Delgado

Pilar Jara-Coatt

Javier Mella-Norambuena

Paulo César Coronado-Sánchez

Paula Correa-Gutiérrez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_28092630717

SOBRE O ORGANIZADOR.....295

ÍNDICE REMISSIVO296

CAPÍTULO 6

CONSTRUCCIÓN DEL MARCO TEÓRICO EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: REVISIÓN NARRATIVA Y ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA ESTUDIANTES DE LICENCIATURA

Data de submissão: 07/09/2026

Data de aceite: 21/09/2026

Javier Montoya Ponce

Departamento de Ingenierías
Tecnológico Nacional de México
Cd. Jiménez
Jiménez, Chihuahua, México
<https://orcid.org/0000-0002-9857-7961>

Bertha Ivonne Sánchez Luján

Departamento de Ciencias Básicas
Tecnológico Nacional de México
Cd. Jiménez
Jiménez, Chihuahua, México
<https://orcid.org/0000-0002-3595-8281>

María Teresa Martínez Acosta

Departamento de Ciencias Básicas
Tecnológico Nacional de México
Cd. Jiménez
Jiménez, Chihuahua, México
<https://orcid.org/0000-0001-8934-4843>

María Guadalupe Amado Moreno

Departamento de Ciencias Básicas
Tecnológico Nacional de México- Mexicali
Mexicali, Baja California, México
<https://orcid.org/0000-0001-6363-5888>

RESUMEN: Construir un marco teórico no consiste únicamente en localizar información

y reunir definiciones. La dificultad aparece cuando el estudiante debe decidir qué referentes permiten delimitar el problema, cómo se relacionan y de qué manera sustentan el método y la interpretación. Este artículo analiza las funciones, los componentes y el proceso de construcción del marco teórico en proyectos de licenciatura en ingeniería, con el propósito de formular orientaciones didácticas para las asignaturas de investigación. Para ello, se realizó una revisión narrativa integrativa de aportaciones conceptuales, metodológicas y educativas, con atención a la evidencia latinoamericana y a la literatura reciente sobre inteligencia artificial generativa. El análisis diferencia teoría, marco teórico, marco conceptual, antecedentes, contexto y referentes técnicos o normativos, y examina su relación con preguntas, objetivos, hipótesis, supuestos, variables, parámetros, categorías y requisitos de diseño. Sobre esta base, se propone una ruta didáctica de cinco fases: delimitación, preparación de la búsqueda, evaluación documental, síntesis crítica y revisión de coherencia. Las matrices de análisis y el protocolo para el uso ético y verificable de inteligencia artificial acompañan esta ruta, cuyo sentido es orientar al estudiante para que construya una argumentación sustentada, en lugar de acumular definiciones, resúmenes o citas.

PALABRAS CLAVE: marco teórico; formación investigativa; educación en ingeniería; escritura académica; inteligencia artificial generativa.

CONSTRUCTING THE THEORETICAL FRAMEWORK IN ENGINEERING RESEARCH PROJECTS: AN NARRATIVE REVIEW AND TEACHING GUIDELINES FOR UNDERGRADUATE STUDENTS

ABSTRACT: Constructing a theoretical framework involves more than locating information and compiling definitions. The difficulty emerges when students must decide which references can delimit the research problem, how these sources relate to one another, and how they support methodological choices and interpretation. This article examines the functions, components, and construction of theoretical frameworks in undergraduate engineering research projects to develop teaching guidelines for research-methods courses. A narrative integrative review was conducted of conceptual, methodological, and educational contributions, with particular attention to Latin American evidence and recent literature on generative artificial intelligence. The analysis distinguishes among theory, theoretical frameworks, conceptual frameworks, background studies, contextual information, and technical or regulatory references. It also examines how these components relate to research questions, objectives, hypotheses, assumptions, variables, parameters, analytical categories, and design requirements. On this basis, a five-phase teaching pathway is proposed: problem delimitation, search preparation, source evaluation, critical synthesis, and coherence review. Documentary-analysis matrices and a protocol for the ethical and verifiable use of generative artificial intelligence support this pathway, which is intended to help students construct evidence-based arguments rather than accumulate definitions, summaries, or citations.

KEYWORDS: theoretical framework; research education; engineering education; academic writing; generative artificial intelligence.

1. INTRODUCCIÓN

La construcción del marco teórico suele ser una de las tareas más complejas en la formación inicial para la investigación. Un estudiante puede localizar información y reunir definiciones relacionadas con un tema sin comprender todavía qué función cumple cada referente dentro de su proyecto. La dificultad aparece cuando debe decidir qué fuentes son pertinentes, cómo se relacionan entre sí y de qué manera contribuyen a delimitar el problema, fundamentar el método e interpretar los resultados. Por esta razón, la extensión del documento o la cantidad de citas incorporadas dicen poco, por sí mismas, acerca de la solidez de su fundamentación.

Gómez Mendoza y Alzate Piedrahita (2017) sitúan la construcción del marco teórico en un proceso de elaboración conceptual, argumentación y retórica vinculado con la pregunta y los objetivos de investigación. Esta perspectiva desplaza la atención desde la recopilación de información hacia las decisiones que organizan el razonamiento. En el ámbito didáctico, Campos Hernández (2021) plantea que aprender a investigar supone articular conocimientos epistemológicos, teóricos, metodológicos y discursivos mediante

actividades situadas, reflexivas y acompañadas. Entregar al estudiante un índice o solicitarle un número mínimo de referencias puede ofrecerle una estructura inicial, pero no le enseña a establecer las relaciones que dan sentido al marco teórico.

En los proyectos de ingeniería, estas relaciones adquieren una complejidad particular. Una investigación puede requerir teorías científicas, modelos matemáticos, normas técnicas, parámetros de diseño, simulaciones, evidencia experimental y condiciones operativas. Aunque todos estos referentes pueden ser necesarios, no cumplen la misma función: el modelo matemático representa relaciones entre variables; la norma establece criterios de cumplimiento; un antecedente experimental proporciona parámetros de comparación; y la teoría permite explicar el comportamiento del fenómeno. Cuando se incorporan sin distinguir estas funciones, el documento puede aumentar su extensión sin que avance la comprensión del problema.

Esta dificultad sugiere que la formación investigativa no tendría que quedar confinada a los cursos generales de metodología. Estrada Molina et al. (2022) analizaron una propuesta orientada al desarrollo de habilidades investigativas dentro de una asignatura de gestión de software, mediante un estudio de caso con 28 estudiantes de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Por su carácter institucional, los resultados no pueden generalizarse al conjunto de las carreras o universidades latinoamericanas. La experiencia sí permite reconocer una posibilidad formativa relevante: trabajar la investigación en relación con los problemas, prácticas y proyectos propios de la ingeniería, en lugar de presentarla como un procedimiento separado de la formación disciplinar.

A esta dificultad se incorpora ahora el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa en la búsqueda, la lectura y la escritura académica. Su utilidad no puede valorarse al margen de la tarea concreta ni de la supervisión ejercida por quien investiga. Pueden ayudar a explorar descriptores, organizar información, comparar textos o revisar la expresión lingüística; también pueden producir afirmaciones sin respaldo, referencias inexistentes o síntesis que omiten condiciones relevantes. Miao y Holmes (2023) sitúan la agencia humana, la privacidad, la transparencia y la evaluación crítica entre las condiciones que deben orientar su uso en educación e investigación. En la construcción del marco teórico, estas condiciones se traducen en una responsabilidad verificable: comprobar la autoría, el título, el DOI, la revista y el contenido de cada documento, pero también examinar si la fuente respalda realmente la afirmación para la cual se utiliza.

La misma exigencia de trazabilidad debe aplicarse a este artículo. Jaakkola (2020) advierte que un trabajo conceptual necesita explicar cómo selecciona los conceptos y las teorías, qué función les asigna y mediante qué lógica organiza su argumento. Barry et

al. (2022) señalan, además, que denominar un texto como revisión no garantiza su rigor cuando permanecen implícitos el propósito, el procedimiento y los criterios de síntesis. Estas observaciones obligan a que la orientación didáctica propuesta no solo recomiende transparencia a los estudiantes, sino que muestre cómo fueron seleccionados, relacionados y utilizados los referentes que la sustentan.

A partir de este problema se plantea la siguiente pregunta: ¿qué fundamentos conceptuales, documentales, argumentativos y éticos permiten orientar la construcción de un marco teórico coherente en proyectos de investigación de estudiantes de licenciatura en ingeniería? Para responderla, se analizan las funciones, los componentes y el proceso de construcción del marco teórico mediante una revisión narrativa integrativa de literatura metodológica y educativa. El propósito es sustentar una ruta didáctica que articule la delimitación del problema, la búsqueda y evaluación de fuentes, la síntesis crítica, las decisiones metodológicas y el uso ético y verificable de inteligencia artificial.

La propuesta diferencia los antecedentes, el contexto, las bases teóricas y conceptuales, los modelos, las normas y los parámetros técnicos según la función que cumplen dentro de un proyecto. Asimismo, incorpora matrices, ejemplos y criterios de autoevaluación que permiten hacer visibles las decisiones tomadas durante el proceso. Está dirigida principalmente a estudiantes y docentes de asignaturas de investigación en ingeniería; no obstante, sus componentes pueden adaptarse a otros campos profesionales de licenciatura, siempre que se consideren sus formas particulares de producir y validar conocimiento.

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN DOCUMENTAL

2.1. TIPO Y ORIENTACIÓN DE LA REVISIÓN

Se realizó una revisión narrativa integrativa orientada a examinar las funciones, los componentes y los procesos implicados en la construcción del marco teórico en proyectos de investigación de licenciatura, con énfasis en la formación de estudiantes de ingeniería. Esta modalidad se consideró congruente con el propósito del artículo porque no se buscaba evaluar la eficacia de una intervención ni sintetizar resultados estadísticos, sino relacionar aportaciones conceptuales, metodológicas, didácticas y éticas procedentes de distintas tradiciones de investigación.

La elección también respondió a la naturaleza de la contribución propuesta. Jaakkola (2020) señala que un artículo conceptual debe hacer explícita la selección de los conceptos, la función asignada a las teorías y la lógica mediante la cual se construye el argumento. De manera complementaria, Barry et al. (2022) sostienen que una síntesis

requiere transparentar su propósito, el procedimiento seguido y los criterios empleados. Estos planteamientos orientaron tanto la revisión documental como la organización argumentativa del artículo.

2.2. PREGUNTA DE REVISIÓN

La revisión se orientó mediante la siguiente pregunta:

¿Qué fundamentos conceptuales, documentales, argumentativos y éticos permiten orientar la construcción de un marco teórico coherente en proyectos de investigación de estudiantes de licenciatura en ingeniería?

De esta pregunta se derivaron cuatro núcleos de búsqueda: 1) naturaleza y funciones del marco teórico o conceptual; 2) procedimientos de búsqueda, selección y síntesis de literatura; 3) formación investigativa y escritura académica en educación superior, especialmente en ingeniería; 4) uso ético, crítico y verificable de inteligencia artificial generativa.

2.3. FUENTES DE INFORMACIÓN Y PERIODO

La estrategia contempla ERIC, SciELO, Redalyc, Dialnet y DOAJ para literatura educativa y latinoamericana; IEEE Xplore, Scopus, Dimensions y Web of Science para educación e investigación en ingeniería; Crossref para verificar metadatos y DOI; y documentos institucionales de UNESCO. Google Scholar se utiliza únicamente como apoyo de rastreo y localización, no como sustituto de la verificación en la fuente editorial. Se priorizan trabajos publicados entre 2021 y 2026; se incorporan textos de 2017 a 2020 cuando aportan fundamentos metodológicos y obras anteriores solo cuando resultan fundacionales.

2.4. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Las búsquedas combinan términos en español e inglés, adaptados a la sintaxis de cada base:

("marco teórico" OR "marco conceptual" OR "fundamentación teórica") AND (ingeniería OR "educación en ingeniería") AND (licenciatura OR pregrado OR universitarios).

("theoretical framework" OR "conceptual framework") AND (engineering OR "engineering education") AND (undergraduate OR student) AND (research OR thesis).*

("habilidades investigativas" OR "formación investigativa") AND (ingeniería OR tecnología) AND (Latinoamérica OR "América Latina").

(“generative artificial intelligence” OR ChatGPT OR “large language model”) AND (academic writing OR literature review OR citation) AND (education OR research).*

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión.

Incluir	Excluir
Publicaciones arbitradas, libros académicos, normas y guías institucionales pertinentes.	Sitios sin autoría o fecha, piezas promocionales y referencias imposibles de verificar.
Relación explícita con construcción conceptual, búsqueda, síntesis, educación en ingeniería o IA académica.	Mención tangencial del marco teórico sin desarrollo conceptual o didáctico.
Metadatos completos y texto suficiente para comprobar la afirmación citada.	Registros duplicados, resúmenes sin información evaluable o documentos sin trazabilidad.
Evidencia latinoamericana pertinente y literatura internacional transferible.	Generalizaciones regionales derivadas de un solo caso o evidencia fuera de contexto.

Nota: La procedencia latinoamericana no se consideró, por sí sola, un criterio suficiente de incorporación. Cada fuente regional debía cumplir los mismos criterios de pertinencia, trazabilidad y calidad aplicados a la literatura internacional.

2.5. SELECCIÓN, EVALUACIÓN Y VERIFICACIÓN

La selección documental se desarrolló en etapas sucesivas. Primero se revisaron los títulos y resúmenes recuperados mediante las estrategias de búsqueda. Cuando un registro mostraba relación potencial con la pregunta de revisión, se consultó el texto completo para valorar su incorporación. Este procedimiento permitió descartar documentos cuya relación con el marco teórico, la formación investigativa, la educación en ingeniería o la inteligencia artificial generativa era únicamente tangencial.

La evaluación no se limitó al prestigio de la revista o a la disponibilidad del documento. Se consideraron la autoridad académica o institucional de la fuente, el proceso de arbitraje cuando correspondía, la actualidad, la coherencia metodológica, la correspondencia temática y la función que el texto podía desempeñar en la argumentación. Así, una publicación podía ser rigurosa y, aun así, no resultar pertinente para la pregunta planteada.

Las referencias seleccionadas se verificaron mediante seis datos: autoría, año, título, revista o editorial, DOI o URL estable y correspondencia entre el contenido consultado y la afirmación sustentada. Esta última comprobación fue indispensable, pues la existencia de una publicación o de un DOI válido no garantiza que la fuente respalde el uso que se hace de ella.

Las recomendaciones PRISMA 2020 y PRISMA-S se emplearon como referentes de transparencia para documentar las búsquedas y las decisiones de selección, sin presentar el manuscrito como una revisión sistemática (Page et al., 2021; Rethlefsen et al.,

2021). Su incorporación permitió reconocer qué elementos del proceso debían hacerse explícitos, aunque el diseño y el propósito de la revisión fueran narrativos e integrativos.

Para organizar la lectura se utilizó una matriz que registró el propósito de cada fuente, el diseño o contexto, los hallazgos pertinentes, sus limitaciones y la función que desempeñaría en el artículo. Esta última columna permitió distinguir entre documentos utilizados para definir conceptos, aportar evidencia, establecer contrastes, identificar vacíos o fundamentar las orientaciones didácticas.

Tabla 2. Matriz de análisis y síntesis.

Fuente	Propósito	Diseño/ contexto	Hallazgos	Limitaciones	Función en el artículo
[Autor, año]	Qué buscó conocer	Método, participantes o corpus	Aportes pertinentes	Alcance y restricciones	Definición, evidencia, contraste o orientación didáctica
[Autor, año]	Problema abordado	País, disciplina y nivel	Resultados relevantes	Transferibilidad	Vacío, ejemplo o criterio de decisión

Fuente: elaboración propia.

Después de la extracción, las aportaciones se organizaron en seis ejes: naturaleza del marco teórico; articulación con el diseño de investigación; búsqueda y evaluación documental; síntesis crítica; uso de inteligencia artificial; y didáctica para la formación en ingeniería. En cada eje se examinaron coincidencias, complementariedades, divergencias, condiciones de aplicación y vacíos. Esta organización permitió que la síntesis se construyera alrededor de problemas y relaciones temáticas, en lugar de presentar una sucesión de resúmenes individuales.

2.6. ALCANCE Y REGISTRO

La revisión no tuvo como propósito identificar exhaustivamente toda la literatura disponible ni estimar el efecto de una intervención. Se orientó a seleccionar y relacionar referentes conceptuales y empíricos pertinentes para construir una propuesta didáctica fundamentada. Esta delimitación explica el carácter narrativo e integrativo del trabajo, pero no elimina la necesidad de transparentar las decisiones seguidas durante la búsqueda, la selección y la síntesis.

Los criterios de PRISMA 2020 se utilizaron como apoyo para documentar esas decisiones, sin atribuir al estudio el alcance de una revisión sistemática (Page et al., 2021). La evidencia latinoamericana se incorporó cuando contribuía a comprender el problema o

a examinar su expresión en contextos educativos regionales. No se asumió, sin embargo, que la procedencia geográfica garantizara por sí misma la pertinencia de una fuente ni que América Latina constituyera un contexto homogéneo

3. NATURALEZA Y FUNCIONES DEL MARCO TEÓRICO

3.1. DISTINCIONES CONCEPTUALES

En la formación investigativa, expresiones como *teoría*, *marco teórico*, *marco conceptual* y *marco referencial* suelen utilizarse con alcances diferentes. La dificultad no se resuelve imponiendo una denominación única, pues las instituciones y tradiciones de investigación organizan estos componentes de distintas maneras. Lo necesario es precisar qué función cumple cada uno dentro del estudio y cómo contribuye a comprender el problema.

Una teoría articula conceptos y proposiciones para explicar relaciones o mecanismos y, cuando su naturaleza lo permite, formular predicciones. El marco teórico no equivale a reproducir una teoría: supone seleccionar y relacionar teorías, modelos y evidencia de acuerdo con las necesidades de una investigación concreta. El marco conceptual, por su parte, delimita los significados y las relaciones entre los conceptos que orientan el análisis, incluso cuando el estudio no adopta una teoría formal única.

El marco referencial puede emplearse como una categoría amplia que reúne antecedentes, contexto, conceptos, teorías, modelos y referentes técnicos. Su amplitud exige evitar que estos componentes se acumulen sin una función reconocible. La distinción propuesta en este artículo no pretende fijar una taxonomía universal, sino ofrecer al estudiante un criterio para decidir por qué incorpora cada referente y qué aporta a la construcción del problema, al diseño metodológico o a la interpretación.

Tabla 3. Componentes del marco teórico.

Componente	Pregunta que responde	Contenido central	Función
Teoría	¿Qué explica o permite comprender el fenómeno?	Conceptos, relaciones y proposiciones	Explicación o comprender relaciones y, cuando corresponda, generar predicciones
Marco teórico	¿Desde qué perspectiva se estudiará?	Teorías, modelos y evidencia articulados	Fundamentar e interpretar
Marco conceptual	¿Qué significan y cómo se relacionan los conceptos?	Definiciones analíticas y relaciones	Precisar el lenguaje del estudio
Antecedentes	¿Qué se ha investigado y qué falta?	Métodos, hallazgos, límites y vacíos	Justificar y comparar

Componente	Pregunta que responde	Contenido central	Función
Contexto	¿Dónde, cuándo y bajo qué condiciones?	Sistema, proceso, población, ambiente y período	Delimitar la situación
Modelo	¿Cómo se representa el comportamiento?	Variables, parámetros, supuestos y ecuaciones	Analizar, simular o predecir
Norma o estándar	¿Qué requisitos o procedimientos aplican?	Criterios técnicos, de seguridad o desempeño	Verificar cumplimiento
Parámetro técnico	¿Qué magnitud caracteriza o restringe el sistema?	Valores, rangos, tolerancias o condiciones	Diseñar, controlar o comparar

Fuente: elaboración propia.

3.2. FUNCIONES

Las funciones del marco teórico se definen por las decisiones que ayuda a tomar durante la investigación. Algunas intervienen desde la delimitación inicial; otras adquieren mayor relevancia cuando se diseña el método o se interpretan los resultados. No operan como una lista de requisitos independientes, sino como dimensiones relacionadas de la coherencia del estudio.

En este sentido, el marco teórico permite:

- Delimitar el objeto y separar información central de información accesoría.
- Precisar conceptos, variables, parámetros, categorías y unidades de análisis.
- Explicitar supuestos epistemológicos, científicos y técnicos.
- Sustentar y revisar preguntas, objetivos, hipótesis o supuestos.
- Justificar decisiones de medición, modelación, diseño, muestreo o interpretación.
- Proporcionar criterios para analizar resultados y compararlos con antecedentes.
- Mantener coherencia entre problema, fundamentación, método, resultados y conclusiones.

Estas funciones no adquieren el mismo peso en todos los proyectos. La fundamentación de un experimento, por ejemplo, no se organiza del mismo modo que la de una simulación, un diagnóstico, un desarrollo tecnológico o una investigación sociotécnica. La diferencia depende del tipo de pregunta formulada, de la evidencia necesaria y de las decisiones que deberán justificarse.

Tabla 4. Particularidades según el proyecto de ingeniería.

Tipo de estudio	Referentes principales	Uso del marco
Experimental	Teoría física, variables, protocolos, incertidumbre	Formular hipótesis y explicar resultados
Correlacional	Constructos, variables, relaciones y controles	Justificar asociaciones esperadas
Simulación	Modelos matemáticos, supuestos, condiciones de frontera	Sustentar simplificaciones y validación
Diseño tecnológico	Necesidades, funciones, normas y criterios	Convertir evidencia en requisitos
Optimización	Función objetivo, restricciones y algoritmos	Justificar criterios de decisión
Diagnóstico	Indicadores, fallas, umbrales y contexto	Clasificar y valorar desempeño
Educación en ingeniería	Teorías de aprendizaje y evaluación	Interpretar prácticas y resultados formativos
Cualitativo o sociotécnico	Categorías, actores, contexto y poder	Comprender significados y relaciones

Fuente: elaboración propia.

4. ARTICULACIÓN ENTRE PROBLEMA, PREGUNTA, OBJETIVOS Y FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La relación entre el problema, la pregunta y la fundamentación teórica no sigue una secuencia lineal. El problema y las condiciones en las que se presenta orientan las primeras preguntas; a su vez, la lectura de la literatura puede mostrar que esas preguntas son demasiado amplias, que una relación ya fue suficientemente estudiada o que alguno de los conceptos centrales todavía carece de precisión. Construir el marco teórico implica volver sobre esas decisiones y ajustarlas conforme se comprende mejor el objeto de estudio.

Este movimiento también alcanza los objetivos, las hipótesis o los supuestos y, posteriormente, las decisiones metodológicas. Si una variable no puede definirse de manera consistente, si un parámetro carece de referente o si el método previsto no permite producir la evidencia requerida, el problema necesita revisarse. La coherencia no se comprueba únicamente al terminar el protocolo: se construye y se examina durante todo el proceso.

El primer obstáculo suele aparecer al confundir el tema con el problema. Un tema identifica un campo general de interés, por ejemplo: energías renovables, automatización industrial, inteligencia artificial o ergonomía; pero todavía no establece qué se desea conocer, explicar, comparar, diseñar o evaluar. Su amplitud permite iniciar una exploración documental, aunque no ofrece por sí misma una dirección investigable.

El problema comienza a configurarse cuando ese campo general se relaciona con una situación delimitada. Puede tratarse de una insuficiencia de conocimiento, una relación aún no explicada, una necesidad de diseño, una contradicción entre resultados, una condición de funcionamiento que debe evaluarse o una dificultad contextual que requiere comprensión. Lo importante es que la formulación permita reconocer qué se desconoce, respecto de qué unidad o sistema y bajo cuáles condiciones.

Tabla 5. Del tema al problema.

Nivel	Ejemplo	Debilidad o avance
Tema	Eficiencia energética	Demasiado amplio
Área	Eficiencia de sistemas de bombeo	Delimita tecnología
Situación problemática	Consumo elevado bajo cargas variables	Introduce condición observable
Problema investigable	Se desconoce cómo el régimen de operación incide en la eficiencia del sistema X durante el periodo Y	Delimita relación, unidad y contexto

Fuente: elaboración propia.

El ejemplo muestra que la delimitación no consiste solamente en añadir palabras a un tema. Cada avance introduce una decisión: primero se identifica una tecnología; después, una condición observable; finalmente, se establece una relación que puede investigarse en una unidad y un contexto determinados. El problema se vuelve investigable cuando esas decisiones hacen posible reconocer qué evidencia será necesaria.

La pregunta expresa el conocimiento que se pretende construir a partir del problema. Debe ser clara y delimitada, pero también viable frente al tiempo, los recursos, el acceso a la información y las condiciones reales del proyecto. Su formulación orienta la búsqueda documental porque permite decidir qué conceptos necesitan definirse, qué antecedentes resultan comparables y qué tipo de evidencia será pertinente.

No todas las preguntas de ingeniería producen el mismo tipo de conocimiento. Algunas buscan caracterizar un sistema; otras examinan relaciones, comparan alternativas, explican un comportamiento, diseñan una solución, valoran su desempeño o interpretan procesos sociotécnicos. Estas diferencias modifican las demandas de la fundamentación teórica.

Tabla 6. Tipos de preguntas y demandas teóricas.

Pregunta	Demanda principal	Resultado esperado
Descriptiva	Definir constructos, indicadores y condiciones	Caracterización
Relacional	Justificar variables y mecanismos posibles	Asociación

Pregunta	Demanda principal	Resultado esperado
Explicativa	Teoría causal, controles y alternativas	Explicación contrastable
Comparativa	Criterios equivalentes y antecedentes comparables	Diferencias contextualizadas
Diseño	Necesidades, funciones, normas y restricciones	Solución justificable
Evaluativa	Criterios de desempeño y referencia	Juicio sustentado
Interpretativa	Conceptos sensitivos y contexto sociotécnico	Comprensión situada

Fuente: elaboración propia.

La tabla 6 no pretende convertir las preguntas en categorías rígidas. Un proyecto puede articular más de una demanda; por ejemplo, describir las condiciones de funcionamiento de un sistema antes de evaluar su desempeño. Su utilidad consiste en anticipar qué referentes necesita el estudio y evitar que todas las investigaciones se fundamenten mediante la misma estructura.

La pregunta orienta el conocimiento que se busca construir; el objetivo general expresa ese propósito en términos de una acción investigativa. Ambos deben corresponderse, aunque no constituyen formulaciones idénticas. Si la pregunta busca comprender una relación, evaluar un desempeño o diseñar una solución, el objetivo necesita mantener ese alcance y no sustituirlo por una actividad instrumental.

Los objetivos específicos descomponen el propósito general en resultados parciales necesarios para alcanzarlo. Buscar información, aplicar una encuesta, realizar una simulación, elaborar gráficas o redactar conclusiones pueden formar parte del procedimiento, pero no expresan por sí mismas un logro de conocimiento. Verbos como *analizar*, *explicar*, *comparar*, *diseñar*, *interpretar* o *evaluar* son pertinentes cuando precisan qué se espera conocer o producir y sobre qué objeto recaerá la acción.

Las hipótesis y los supuestos tampoco son requisitos que deban incorporarse en todos los proyectos. Una hipótesis anticipa una relación susceptible de contrastación y necesita derivarse de fundamentos teóricos y antecedentes suficientes. Los supuestos pueden orientar estudios exploratorios o interpretativos, pero no deben redactarse como resultados conocidos de antemano. Su pertinencia depende de la pregunta, el enfoque y el diseño metodológico.

De manera semejante, no todos los estudios requieren las mismas unidades analíticas. Los proyectos experimentales o correlacionales suelen trabajar con variables; una simulación incorpora parámetros y supuestos del modelo; una investigación cualitativa se organiza mediante categorías; y un diseño tecnológico necesita requisitos y criterios

de desempeño. Distinguir estos elementos permite evitar que se introduzcan términos metodológicos solo para cumplir una estructura formal.

Tabla 7. Elementos analíticos y preguntas de control.

Elemento	Definición operativa	Pregunta de control
Variable	Propiedad que puede asumir diferentes valores y ser observada o medida	¿Cómo se define y y mediante qué procedimiento se observará?
Parámetro	Magnitud que caracteriza o restringe un modelo o diseño	¿Qué valor, rango o tolerancia aplica?
Categoría	Eje interpretativo para organizar significados, prácticas o procesos	¿Proviene de teoría, datos o ambos?
Requisito	Condición que una solución debe satisfacer	¿Qué necesidad, evidencia o norma lo justifica?
Criterio de desempeño	Regla para valorar una alternativa	¿Con qué umbral o referente se realizará la comparación?

Fuente: elaboración propia.

Preguntas de revisión: ¿la pregunta es clara y viable? ¿el objetivo general responde a ella? ¿cada objetivo específico produce un aporte necesario? ¿los conceptos centrales están definidos? ¿las hipótesis o supuestos derivan del marco? ¿las variables son medibles? ¿los parámetros y requisitos tienen fuente? ¿el método permite responder? ¿el análisis empleará los criterios teóricos? ¿las conclusiones podrán regresar a la pregunta?

Estas preguntas deben retomarse durante el desarrollo del proyecto. Una respuesta negativa no siempre implica corregir únicamente el elemento examinado; puede mostrar que es necesario revisar la pregunta, el alcance o la fundamentación

Tabla 8. Matriz de coherencia.

Problema/ pregunta	Objetivo	Conceptos o variables	Evidencia requerida	Método/ resultado
¿Cómo influye la geometría de palas en la eficiencia de un rotor pequeño?	Analizar la relación entre geometría y eficiencia	Relación de aspecto, ángulo de ataque, coeficiente de potencia, Reynolds	Modelos aerodinámicos, simulaciones y ensayos comparables	CFD/ensayo; curvas y contraste
¿Qué requisitos debe cumplir un sistema de monitoreo?	Diseñar y evaluar una solución	Confiablez, precisión, latencia y seguridad	Normas, necesidades de usuarios y soluciones previas	Prototipo; verificación por criterio

Fuente: elaboración propia.

La matriz no pretende condensar todo el protocolo. Su utilidad consiste en hacer visibles relaciones que suelen quedar distribuidas en apartados diferentes. En el primer

ejemplo, la pregunta relacional exige conceptos aerodinámicos, evidencia comparable y un procedimiento que permita contrastar la geometría con el desempeño. En el segundo, el diseño solo puede evaluarse si los requisitos y criterios fueron previamente sustentados. Si alguna columna no guarda relación con las demás, la matriz permite localizar dónde se encuentra la ruptura de coherenci.

5. BÚSQUEDA, SELECCIÓN, EVALUACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LAS FUENTES

5.1. PREPARAR LA BÚSQUEDA

La búsqueda comienza con una pregunta provisional y un mapa de conceptos, no con una frase extensa copiada en un buscador. Para cada concepto se registran sinónimos, variantes ortográficas, siglas, traducciones y términos más amplios o específicos. Los operadores AND, OR, NOT, comillas, truncamientos y campos de título o resumen se adaptan a cada plataforma.

Tabla 9. Ejemplo de búsquedas.

Concepto	Español	Inglés/variantes	Términos técnicos
Objeto	rotor eólico pequeño	small wind rotor; micro wind turbine	horizontal-axis wind turbine
Factor	geometría de palas	blade geometry; blade design	aspect ratio; angle of attack
Resultado	eficiencia	efficiency; performance	power coefficient; Cp
Método/contexto	simulación o ensayo	simulation; experiment	CFD; wind tunnel

Fuente: elaboración propia.

5.2. BÚSQUEDA HÍBRIDA Y REGISTRO

Una búsqueda estructurada en bases de datos puede combinarse con el rastreo retrospectivo de referencias, el rastreo prospectivo de citas y la búsqueda por autores o revistas clave. En ingeniería de software, Wohlin et al. (2023) encontraron que esta combinación permitió recuperar más estudios pertinentes que una estrategia basada exclusivamente en bases de datos. El hallazgo procede de un campo específico y no establece una regla universal, pero ofrece una razón didáctica para enseñar a los estudiantes a registrar y contrastar más de una vía de localización.

Tabla 10. Registro de cadenas de búsqueda.

Fecha/base	Ecuación y filtros	Resultados	Seleccionados	Decisión/notas
[dd/mm/aaaa]	[cadena exacta]	[n]	[n]	Motivos y ajustes, sin estimar cantidades

Fecha/base	Ecuación y filtros	Resultados	Seleccionados	Decisión/notas
[dd/mm/aaaa]	[cadena revisada]	[n]	[n]	Nuevos sinónimos o exclusiones

Fuente: elaboración propia.

La bitácora permite revisar decisiones, actualizar la búsqueda y evitar consultas repetidas. En ella se registra por qué se seleccionan artículos arbitrados, libros académicos, normas técnicas, patentes, informes o tesis, de acuerdo con la función que cumplirán en el estudio. Para cada documento se comprueban autoría, fecha, título, revista o editorial, DOI o URL estable y correspondencia temática.

Google Scholar puede ampliar el rastreo, pero sus resultados reúnen artículos, tesis, repositorios, prepublicaciones y versiones duplicadas. Por ello, el registro localizado funciona como una pista y cada documento debe comprobarse en la fuente editorial o institucional correspondiente.

5.3. EXISTENCIA, CALIDAD Y PERTINENCIA

Una fuente puede existir y ser rigurosa, pero no ser pertinente para la pregunta. Primero se comprueba su existencia; después se valora la calidad del proceso editorial o metodológico; finalmente se determina qué afirmación concreta puede sustentar. La pertinencia se evalúa por correspondencia con población o sistema, variables, contexto, método, fecha y función argumentativa. De igual manera, una norma técnica puede ser pertinente para evaluar cumplimiento, aunque no sea un artículo científico.

Tabla 11. Ejemplos de diversas fuentes.

Tipo de fuente	Criterios de calidad	Uso frecuente
Artículo empírico	Pregunta, diseño, muestra, instrumentos, análisis, límites	Evidencia y comparación
Revisión	Búsqueda, selección, evaluación y síntesis transparentes	Mapa del conocimiento
Artículo conceptual	Claridad de conceptos y lógica argumentativa	Definición y relaciones
Norma técnica	Organismo emisor, edición, vigencia y alcance	Requisito o procedimiento
Libro académico	Autoridad, editorial, actualidad o carácter fundacional	Base conceptual
Tesis/informe	Institución, método, datos y trazabilidad	Contexto o evidencia emergente

Fuente: elaboración propia.

5.4. JERARQUÍA FUNCIONAL Y VERIFICACIÓN

No existe una jerarquía única para toda afirmación: una norma vigente es preferible para un requisito; un artículo original, para un resultado específico; una revisión, para tendencias; y una obra fundacional, para la historia de un concepto. Antes de citar se contrasta la ficha bibliográfica con la página editorial o el DOI, se abre el texto, se localiza el pasaje pertinente y se registra la página o sección. Una cita generada automáticamente nunca se incorpora sin estas comprobaciones.

Tabla 12. Matriz documental ampliada.

Referencia	País/ contexto	Pregunta/ método	Hallazgo	Límite	Aporte propio	Cita/ localizador
[APA provisional]	[país/sistema]	[síntesis]	[resultado]	[restricción]	Definir, contrastar, justificar o problematizar	[página/ sección]

Fuente: elaboración propia.

Un semáforo facilita la depuración: verde, fuente verificada y directamente pertinente; amarillo, útil con reservas o pendiente de texto completo; rojo, no verificable, débil o irrelevante. La decisión se documenta para evitar que la disponibilidad reemplace al juicio académico.

6. DE LA LECTURA A LA SÍNTESIS CRÍTICA

La síntesis crítica transforma un conjunto de documentos en una explicación organizada del problema. Ese movimiento no se logra resumiendo cada fuente por separado, sino estableciendo relaciones entre conceptos, resultados, métodos, contextos y limitaciones.

Gómez Mendoza y Alzate Piedrahita (2017) relacionan la construcción del marco teórico con la elaboración conceptual, la argumentación y la retórica. Desde esta perspectiva, la cita adquiere sentido cuando el investigador explica por qué la fuente es pertinente, cómo se vincula con otras y qué modifica en la comprensión o en las decisiones del estudio.

Tabla 13. Operaciones discursivas.

Operación	Qué hace	Indicador textual
Resumir	Condensa una fuente	El estudio encontró...
Comparar	Relaciona dos o más aportes	Coincide/difiere...
Sintetizar	Construye un patrón transversal	En conjunto, la evidencia...

Operación	Qué hace	Indicador textual
Argumentar	Sostiene una afirmación con razones	Esto implica...
Problematizar	Expone tensión o límite	Sin embargo...
Asociar al estudio	Explica utilidad concreta	Para esta investigación...

Fuente: elaboración propia.

6.1. DE UN PÁRRAFO DÉBIL A UNO ANALÍTICO

Versión débil: “Autor A habla de habilidades investigativas. Autor B define el marco teórico. Autor C analiza la inteligencia artificial”. El párrafo yuxtapone autores, carece de una afirmación propia y no explica la relación entre las fuentes.

Versión mejorada: La construcción del marco teórico debe enseñarse como una práctica integrada de investigación y escritura. Mientras Gómez Mendoza y Alzate Piedrahita (2017) destacan su dimensión conceptual, argumentativa y retórica, Campos Hernández (2021) sitúa el aprendizaje de la investigación en actividades acompañadas y reflexivas. La experiencia de Estrada Molina et al. (2022) aporta evidencia latinoamericana de que las habilidades investigativas pueden incorporarse en una asignatura disciplinar de ingeniería. En conjunto, estos aportes justifican una ruta en la que el estudiante produce decisiones verificables y recibe retroalimentación progresiva, aunque la evidencia institucional disponible exige cautela al generalizar.

Una unidad argumentativa necesita una afirmación central, evidencia pertinente, una relación explícita entre las fuentes, interpretación autoral y una consecuencia para el problema investigado. Estas operaciones no siempre tienen que quedar encerradas en un solo párrafo. En ingeniería, por ejemplo, enumerar modelos de turbulencia no basta: es necesario comparar sus supuestos, condiciones de validez, costos y desempeño reportado antes de justificar cuál orientará la simulación.

6.2. RELACIONES ENTRE FUENTES

Coincidencia: varios trabajos sostienen una relación semejante.

Complementariedad: una fuente explica el mecanismo y otra aporta evidencia o contexto.

Divergencia: los resultados o conceptos son incompatibles y deben contextualizarse.

Evolución: una definición o método cambia a lo largo del tiempo.

Condicionalidad: el hallazgo depende de escala, población, material o ambiente.

Vacío: falta evidencia, comparación o explicación para el contexto investigado.

6.3. PROCEDIMIENTO DE SÍNTESIS

- Definir una pregunta para cada apartado.
- Codificar la función de cada fuente.
- Agrupar por ejes y no por autores.
- Identificar patrones, contradicciones y condiciones.
- Formular una afirmación propia provisional.
- Seleccionar la evidencia mínima suficiente y diversa.
- Explicar límites y aplicabilidad al proyecto.
- Revisar que cada párrafo avance la argumentación.

La voz autoral se hace visible en las decisiones de selección, comparación e interpretación, no en opiniones desvinculadas de la evidencia. Las citas textuales se reservan para formulaciones cuyo lenguaje exacto sea relevante e incluyen un localizador. La paráfrasis exige comprender, reformular y atribuir, sin sustituir palabras mecánicamente. De la misma manera, la evidencia latinoamericana se integra cuando ayuda a examinar el contexto del problema; añadirla como un apartado geográfico aislado no cumple esa función.

7. USO ÉTICO, CRÍTICO Y VERIFICABLE DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

7.1. PRINCIPIO RECTOR

La inteligencia artificial generativa puede apoyar algunas operaciones de búsqueda, organización y revisión, pero no asume responsabilidad por el contenido ni garantiza la veracidad de sus respuestas. Su incorporación al proceso de construcción del marco teórico requiere, por tanto, criterios pedagógicos, epistemológicos y éticos. Miao y Holmes (2023) destacan la agencia humana, la privacidad, la transparencia y la inclusión; Kasneci et al. (2023) y Weber-Wulff et al. (2023) documentan oportunidades educativas junto con riesgos de error, sesgo e integridad. Estos referentes no convierten a la herramienta en una fuente: delimitan las condiciones bajo las cuales puede utilizarse.

Tabla 14. Niveles de uso.

Nivel	Usos admisibles con verificación	Usos no admisibles
1. Apoyo lingüístico	Corrección, claridad, traducción de términos	Presentar texto automático como comprensión propia
2. Apoyo organizativo	Descriptores, categorías tentativas, tablas vacías	Inventar referencias, datos, resultados o lecturas
3. Apoyo analítico supervisado	Comparar fragmentos ya leídos, detectar preguntas	Delegar selección final, juicio crítico o conclusiones

Fuente: elaboración propia.

7.2. RIESGOS EPISTEMOLÓGICOS

Los modelos pueden producir títulos plausibles, combinar autores reales con artículos inexistentes o asociar un DOI válido con un documento diferente. Picazo-Sanchez y Ortiz-Martin (2026) muestran que comprobar la existencia del DOI es insuficiente: también deben coincidir el título, la autoría, el año, la revista y el contenido. A partir de esta distinción se consideran los siguientes riesgos:

- a) Referencias, DOI o datos inexistentes.
- b) Correspondencia falsa entre una fuente real y la afirmación.
- c) Síntesis que borra condiciones, desacuerdos o límites.
- d) Sesgos lingüísticos, geográficos y disciplinares.
- e) Exposición de datos personales, inéditos o confidenciales.
- f) Dependencia que impide desarrollar lectura, escritura y criterio.

7.3. PROTOCOLO DE VERIFICACIÓN DE SIETE PASOS

1. Definir la tarea y el límite de uso.
2. No introducir información sensible o restringida.
3. Conservar la instrucción y la salida relevante.
4. Tratar nombres, referencias y cifras como no verificados.
5. Localizar la fuente en el sitio editorial, base o repositorio.
6. Leer el texto y comprobar autor, título, fecha, DOI y pasaje.
7. Reescribir con criterio propio, citar la fuente original y declarar el uso cuando corresponda.

7.4. AUTORÍA, DIVULGACIÓN Y EVALUACIÓN

La autoría corresponde a personas capaces de responder por el contenido, declarar conflictos de interés y atender correcciones; una herramienta no puede asumir estas responsabilidades. Antes del envío deben consultarse las políticas de la revista o de la institución. Cuando sea pertinente, la declaración puede precisar la tarea realizada por la herramienta y el control ejercido por los autores: “Se utilizó una herramienta de IA generativa para proponer términos de búsqueda y revisar claridad lingüística. Todas las referencias, afirmaciones y decisiones analíticas fueron verificadas y aprobadas por los autores”. El ICMJE (2026) mantiene recomendaciones específicas para informar estos usos en la publicación académica.

Tabla 15.

Evidencia de aprendizaje	Qué permite evaluar
Bitácora de búsqueda	Decisiones y ajustes
Matriz con localizadores	Lectura y verificación
Versiones comentadas	Evolución de la argumentación
Defensa oral breve	Comprensión y autoría
Registro de IA	Transparencia y control humano

Fuente: elaboración propia.

8. ERRORES FRECUENTES Y ACCIONES DE MEJORA

Las dificultades en la construcción del marco teórico no son únicamente problemas de redacción. También pueden revelar fallas en la delimitación, la búsqueda, la lectura, la organización o la coherencia metodológica. Para reconocer su origen es necesario observar cómo el estudiante construye el texto y qué decisiones puede justificar.

Campos Hernández (2021) sostiene que aprender a investigar exige articular procesos epistemológicos, cognoscitivos, discursivos y metodológicos. Estrada Molina et al. (2022) muestran, en el contexto de una asignatura disciplinar de ingeniería, que las habilidades investigativas pueden trabajarse mediante actividades situadas. Ambas aportaciones orientan la atención hacia el proceso: la retroalimentación necesita acompañar la delimitación, la búsqueda y la síntesis, y no limitarse a corregir el producto final.

Tabla 16. Errores, consecuencias y prevención.

Error	Consecuencia	Acción correctiva
Acumular citas	Texto descriptivo	Redactar afirmación, evidencia, relación e implicación
Buscar sin pregunta	Corpus disperso	Delimitar fenómeno, unidad, contexto y propósito
Confundir antecedentes y teoría	Secciones redundantes	Asignar función a cada fuente
Contexto enciclopédico	Información irrelevante	Conservar solo condiciones explicativas
Fuentes no verificadas	Pérdida de credibilidad	Comprobar seis datos bibliográficos y contenido
Solo textos clásicos	Desactualización	Combinar fundamentos y evidencia reciente
Solo textos recientes	Pérdida de fundamentos	Incluir obras fundacionales justificadas
Conceptos ambiguos	Medición o análisis incoherente	Definir uso analítico y operacional
Hipótesis intuitivas	Contraste sin sustento	Derivarlas de teoría y evidencia
Objetivos como actividades	No expresan logro	Usar verbos cognoscitivos y productos claros

Error	Consecuencia	Acción correctiva
Normas sin vigencia	Requisitos incorrectos	Verificar edición y alcance
Generalizar un caso	Conclusiones excesivas	Declarar transferibilidad y límites
Ignorar divergencias	Sesgo de confirmación	Buscar explicaciones alternativas
Paráfrasis superficial	Riesgo de plagio	Comprender, reformular y citar
Citas secundarias innecesarias	Pérdida de contexto	Consultar la fuente original
Matriz sin uso	Trabajo mecánico	Convertir registros en patrones
IA como fuente	Errores no trazables	Citar originales y verificar
No declarar IA	Falta de transparencia	Registrar y divulgar según política
Desalineación método-marco	Resultados ininterpretables	Usar matriz de coherencia
APA incompleto	Inconsistencia editorial	Cruzar citas y referencias

Fuente: elaboración propia.

9. RUTA DIDÁCTICA PARA CONSTRUIR EL MARCO TEÓRICO

La ruta se organiza en cinco fases y quince momentos. Cada producto funciona como evidencia provisional: al revisarlo, el estudiante puede reconocer una inconsistencia y regresar a una decisión anterior.

Fase 1. Delimitación

Momento 1. Describir la situación problemática con evidencia inicial. Producto: ficha del problema.

Momento 2. Delimitar fenómeno, sistema o población, lugar, periodo y condiciones. Producto: enunciado delimitado.

Momento 3. Formular pregunta y objetivo provisional. Producto: primera matriz de coherencia.

Fase 2. Preparación de la búsqueda

Momento 4. Identificar conceptos, variables, parámetros o categorías. Producto: mapa conceptual inicial.

Momento 5. Construir descriptores en español e inglés. Producto: tabla de términos.

Momento 6. Definir bases, periodo y criterios. Producto: protocolo y bitácora de búsqueda.

Fase 3. Evaluación documental

Momento 7. Ejecutar búsquedas y depurar duplicados. Producto: registro reproducible.

Momento 8. Evaluar existencia, calidad y pertinencia. Producto: semáforo documental.

Momento 9. Leer y registrar localizadores, método, resultados y límites. Producto: matriz analítica.

Fase 4. Síntesis crítica

Momento 10. Agrupar fuentes por ejes. Producto: esquema argumentativo.

Momento 11. Identificar coincidencias, divergencias, condiciones y vacíos. Producto: matriz de síntesis.

Momento 12. Redactar párrafos con afirmación, evidencia, relación e implicación. Producto: borrador comentado.

Fase 5. Revisión de coherencia

Momento 13. Revisar alineación entre pregunta, objetivos, conceptos y método. Producto: matriz actualizada.

Momento 14. Verificar citas, referencias, normas y uso de IA. Producto: informe de trazabilidad.

Momento 15. Recibir retroalimentación, justificar decisiones y corregir. Producto: versión final y reflexión del autor.

Tabla 17. Ruta didáctica para la construcción del marco teórico.

Fase	Criterio de avance	Evidencia
Delimitación	Problema investigable y viable	Ficha y matriz
Búsqueda	Estrategia reproducible	Bitácora y ecuaciones
Evaluación	Fuentes verificadas y pertinentes	Matriz y semáforo
Síntesis	Argumentación temática	Esquema y borrador
Coherencia	Alineación y trazabilidad	Lista final y defensa

Fuente: elaboración propia.

9.1. ACTIVIDAD DE AULA Y RÚBRICA ABREVIADA

En una secuencia de taller, cada estudiante presenta una pregunta provisional, cinco fuentes verificadas y un párrafo de síntesis. Un compañero identifica la afirmación, la evidencia, la relación entre fuentes y la implicación. Después, el autor explica por qué seleccionó cada fuente y qué modificó a partir de la revisión. Con estas evidencias, el docente retroalimenta las decisiones antes de evaluar el formato del texto.

Tabla 18. Criterios de verificación.

Criterio	Inicial	En desarrollo	Logrado
Delimitación	Tema amplio	Problema parcial	Problema claro y viable
Fuentes	Disponibilidad	Calidad desigual	Pertinentes y verificadas
Síntesis	Lista de autores	Comparación parcial	Argumento integrado y crítico
Coherencia	Elementos aislados	Alineación incompleta	Pregunta, marco y método articulados
IA	Uso opaco	Registro parcial	Uso limitado, verificado y declarado

Fuente: elaboración propia.

10. LISTA FINAL DE VERIFICACIÓN

- La pregunta es clara, delimitada y viable.
- El objetivo general responde directamente a la pregunta.
- Los objetivos específicos contribuyen al objetivo general.
- Las hipótesis o supuestos son congruentes con el enfoque y tienen respaldo.
- Los antecedentes identifican métodos, hallazgos, límites y vacíos.
- El contexto incluye solo condiciones relevantes.
- Las teorías, modelos, conceptos y normas tienen una función explícita.
- Variables, parámetros, categorías y requisitos están definidos según el diseño.
- Las fuentes son pertinentes, verificables y suficientemente actuales.
- Se incluye evidencia latinoamericana sin generalizaciones indebidas.
- La redacción integra y compara fuentes.
- Se reconocen divergencias, condiciones y vacíos.
- Las citas textuales tienen localizador.
- Cada cita aparece en referencias y cada referencia fue consultada.
- Las normas técnicas corresponden a la edición vigente aplicable.
- El uso de IA está registrado, verificado y declarado cuando corresponde.
- No se incorporaron referencias o datos generados sin comprobación.
- El método permitirá responder la pregunta.
- El análisis previsto utiliza los criterios del marco.
- La versión final conserva trazabilidad de decisiones y revisiones.

11. CONSIDERACIONES FINALES

Construir el marco teórico de un proyecto de licenciatura en ingeniería no se resuelve reuniendo definiciones, resumiendo antecedentes o alcanzando un número

predeterminado de referencias. El trabajo decisivo comienza cuando el estudiante delimita qué necesita comprender, reconoce el conocimiento disponible y selecciona los referentes que le permiten explicar el fenómeno y fundamentar sus decisiones metodológicas. En este proceso, la dificultad no radica solamente en encontrar información, sino en establecer qué función cumple y por qué debe formar parte del estudio. Gómez Mendoza y Alzate Piedrahita (2017) sitúan precisamente en estas decisiones la elaboración conceptual y argumentativa del marco teórico.

Las distinciones desarrolladas en este artículo no pretenden establecer una nomenclatura universal. Su finalidad es evitar que componentes diferentes terminen reunidos como si fueran equivalentes. Una teoría aporta un sistema explicativo, mientras que el marco teórico articula los referentes elegidos con el problema investigado. El marco conceptual precisa los significados y relaciones que sostienen el análisis; los antecedentes permiten reconocer qué se ha estudiado, mediante qué procedimientos y con cuáles limitaciones. El contexto, por su parte, delimita las condiciones en las que ocurre el fenómeno, mientras que los modelos, las normas y los estándares proporcionan criterios propios del campo disciplinar. La utilidad de estas diferencias depende, por tanto, de la función que cada componente desempeñe dentro del proyecto y no únicamente del nombre asignado por una institución.

Esta organización tampoco queda establecida de una vez y para siempre. Al avanzar en la revisión de la literatura puede advertirse que un concepto necesita mayor precisión, que la pregunta conserva un alcance excesivo o que el método previsto no permite producir la evidencia requerida. Del mismo modo, una limitación metodológica puede conducir a revisar la pregunta o a buscar otros referentes. El marco teórico se construye así mediante un movimiento recursivo entre delimitación, fundamentación y decisiones metodológicas, que continúa durante el trabajo de campo, la experimentación o el desarrollo del diseño.

En los proyectos de ingeniería, este movimiento adquiere formas distintas según lo que se pretende conocer o producir. Un estudio experimental necesita sustentar las variables y las condiciones de prueba; una simulación debe justificar el modelo, los supuestos, los parámetros y los procedimientos de validación. En un desarrollo tecnológico, la fundamentación permite traducir necesidades y evidencia en requisitos, restricciones y criterios de desempeño. Cuando el estudio aborda procesos educativos o sociotécnicos, cobran relevancia las categorías relacionadas con el aprendizaje, las prácticas, los actores y el contexto. Estas diferencias muestran por qué una estructura uniforme podría ocultar decisiones que son centrales para la coherencia de cada proyecto

El estudio de Estrada Molina et al. (2022) aporta una experiencia latinoamericana en la que las habilidades investigativas se trabajaron dentro de una asignatura de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Su carácter institucional impide generalizar los resultados, pero permite discutir una enseñanza concentrada exclusivamente en cursos generales de metodología. Para los fines de esta propuesta, interesa la posibilidad de aprender a construir el marco teórico al relacionarlo con problemas, modelos y decisiones de la formación profesional.

La ruta de cinco fases hace visibles decisiones que con frecuencia quedan implícitas: delimitar, preparar la búsqueda, evaluar fuentes, sintetizar y revisar la coherencia. Las bitácoras, matrices documentales, mapas conceptuales y registros de verificación permiten observar el proceso, no solo el texto final. Esta forma de acompañamiento es congruente con la concepción situada y reflexiva de la formación investigativa desarrollada por Campos Hernández (2021).

La inteligencia artificial generativa puede colaborar en tareas acotadas, como proponer descriptores, organizar notas o revisar la expresión lingüística. Sus resultados, sin embargo, pueden contener referencias inexistentes, metadatos alterados o síntesis que borran desacuerdos y condiciones. Por ello, Miao y Holmes (2023) sitúan la agencia humana y la validación crítica como condiciones de uso. La lectura, la selección de evidencia y la interpretación permanecen bajo responsabilidad de los autores.

El protocolo propuesto traduce esa responsabilidad en acciones verificables: localizar los documentos originales, comprobar sus metadatos, contrastar cada afirmación con el contenido y registrar la intervención de la herramienta. Declarar el uso es necesario, pero no sustituye el control humano ni la trazabilidad. Tampoco los detectores automáticos constituyen una prueba concluyente de autoría, dadas las limitaciones documentadas por Weber-Wulff et al. (2023).

La propuesta tiene un alcance introductorio: no establece una estructura universal ni demuestra todavía que la ruta mejore las habilidades investigativas. Su utilidad deberá examinarse mediante aplicaciones en contextos reales y de acuerdo con los criterios de cada disciplina, institución o revista.

Una aplicación posterior podría analizar las matrices, los borradores y las decisiones de búsqueda producidos por estudiantes de distintas ingenierías. Esa evidencia permitiría valorar cambios en la coherencia, la síntesis y la verificación documental, y decidir qué componentes de la ruta requieren ajuste.

REFERENCIAS

Barry, E. S., Merkebu, J., & Varpio, L. (2022). State-of-the-art literature review methodology: A six-step approach for knowledge synthesis. *Perspectives on Medical Education*, 11(5), 281–288. <https://doi.org/10.1007/s40037-022-00725-9>

Campos Hernández, M. Á. (2021). Didáctica de la investigación educativa. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación. <https://www.iisue.unam.mx/publicaciones/descargas/didactica-de-la-investigacion-educativa.pdf>

Estrada Molina, O., Fuentes Cancell, D. R., & Simón Grass, W. (2022). La formación de habilidades investigativas en estudiantes de ingeniería: un estudio de caso. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 30(1), 109–123. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052022000100109>

Gómez Mendoza, M. A., & Alzate Piedrahita, M. V. (2017). El marco teórico en los procesos de investigación educativa: elaboración, argumentación y retórica. *Miradas*, 1(6). <https://doi.org/10.22517/25393812.15001>

International Committee of Medical Journal Editors. (2026). Recommendations for the conduct, reporting, editing, and publication of scholarly work in medical journals: Use of artificial intelligence in publishing. <https://www.icmje.org/recommendations/>

Jaakkola, E. (2020). Designing conceptual articles: Four approaches. *AMS Review*, 10, 18–26. <https://doi.org/10.1007/s13162-020-00161-0>

Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>

Miao, F., & Holmes, W. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Picazo-Sanchez, P., & Ortiz-Martin, L. (2026). Evaluating the integrity of LLM-generated citations: Prevalence and risks of fabricated references in scientific literature. *Data*, 11(5), 122. <https://doi.org/10.3390/data11050122>

Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J., Koffel, J. B., & PRISMA-S Group. (2021). PRISMA-S: An extension to the PRISMA statement for reporting literature searches in systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10, 39. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>

Varpio, L., Paradis, E., Uijtdehaage, S., & Young, M. (2020). The distinctions between theory, theoretical framework, and conceptual framework. *Academic Medicine*, 95(7), 989–994. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003075>

Weber-Wulff, D., Anohina-Naumeca, A., Bjelobaba, S., Foltýnek, T., Guerrero-Dib, J., Popoola, O., Šigut, P., & Waddington, L. (2023). Testing of detection tools for AI-generated text. *International Journal for Educational Integrity*, 19, 26. <https://doi.org/10.1007/s40979-023-00146-z>

Wohlin, C., Kalinowski, M., Felizardo, K. R., & Mendes, E. (2023). Successful combination of database search and snowballing for identification of primary studies in systematic literature studies. *Information and Software Technology*, 161, 107236. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107236>

SOBRE O ORGANIZADOR

Xosé Somoza Medina (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario en Geografía e Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1994). Doctor en Geografía e Historia por la misma universidad (2001) y premio extraordinario de doctorado por su Tesis “Desarrollo urbano en Ourense 1895-2000”. Profesor Titular en la Universidad de León, donde imparte clases desde 1997. En la Universidad de León fue Director del Departamento de Geografía entre 2004 y 2008 y Director Académico de la Escuela de Turismo entre 2005 y 2008. Entre 2008 y 2009 ejerció como Director del Centro de Innovación y Servicios de la Xunta de Galicia en Ferrol. Entre 2007 y 2009 fue vocal del comité “Monitoring cities of tomorrow” de la Unión Geográfica Internacional. En 2012 fue Director General de Rehabilitación Urbana del Ayuntamiento de Ourense y ha sido vocal del Consejo Rector del Instituto Ourensano de Desarrollo Local entre 2011 y 2015. Ha participado en diversos proyectos y contratos de investigación, en algunos de ellos como investigador principal, con temática relacionada con la planificación urbana, la ordenación del territorio, las nuevas tecnologías de la información geográfica, el turismo o las cuestiones demográficas. Autor de más de 100 publicaciones relacionadas con sus líneas de investigación preferentes: urbanismo, turismo, gobernanza, desarrollo, demografía, globalización y ordenación del territorio. Sus contribuciones científicas más importantes se refieren a la geografía urbana de las ciudades medias, la crisis del medio rural y sus posibilidades de desarrollo, la evolución del turismo cultural como generador de transformaciones territoriales y más recientemente las posibilidades de reindustrialización de Europa ante una nueva etapa posglobalización. Ha participado como docente en masters y cursos de especialización universitaria en Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela y como docente invitado en la convocatoria Erasmus en universidades de Bulgaria (Sofía), Rumanía (Bucarest) y Portugal (Porto, Guimarães, Coimbra, Aveiro y Lisboa). Ha sido evaluador de proyectos de investigación en la Agencia Estatal de Investigación de España y en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Como experto europeo en Geografía ha participado en reuniones de la Comisión Europea en Italia y Bélgica. Impulsor y primer coordinador del proyecto europeo URBACT, “come Ourense”, dentro del Programa de la Unión Europea “Sostenibilidad alimentaria en comunidades urbanas” (2012-2014). Dentro de la experiencia en organización de actividades de I+D+i se pueden destacar la organización de diferentes reuniones científicas desarrolladas dentro de la Asociación de Geógrafos Españoles (en 2002, 2004, 2012 y 2018).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agentes conversacionais basados en LLM 269

Agua 59, 98, 101, 103, 104, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127

Agua potable 98, 101, 103, 107, 108, 110, 111, 112

Aire 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

Aire interior 128, 129, 130, 131, 132, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

Algoritmo computacional 2, 7, 14

Amylose 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 69

Análisis multivariante 171, 191, 243, 258, 267

Analítica multimodal del aprendizaje 268, 269, 270, 272, 281, 288

Arquitectura de software 269, 289

Audio-mediación 194, 195, 196, 197, 198, 203, 208, 213

Autómatas 230, 231, 233, 234, 235, 236, 237, 241

B

Bacterial cellulose 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 70, 71

Benzo(a)pireno 128, 129, 136, 143

Bienestar docente 195, 198, 208, 214, 289, 291

Biorretroalimentación 268, 269, 283, 284, 285, 286, 288

C

Calidad del servicio 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229

Caras de Chernoff 171, 175, 178, 186, 187, 190, 191, 243, 245, 262, 263, 264, 266

Cellulose nanocrystals 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 71

Cizallamiento 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 44, 45

Competencias socioemocionales docentes 195, 202, 213

Computación afectiva 268, 269, 270, 273, 274, 289

Conocimiento local 148

Contaminación 129, 130

D

Desarrollo sostenible 98, 113

Dificultades 56, 91, 230, 232, 233, 234, 241, 242

E

Educación en ingeniería 72, 76, 77, 81, 242

Energía hidroeléctrica 98

Energía maremotriz 114

Energía Renovable 98, 113

Entrenamiento Socioemocional Docente 268, 269, 271, 289

ERIM 46, 47, 48, 50, 51, 52, 55, 56

Escritura académica 72, 74, 76

Estadística aplicada 243

Ética del diseño tecnológico 195

F

Fiabilidad 46, 47, 50, 55, 114, 217, 220, 222, 223, 225, 226, 227, 228

Fidelidad psicológica 269, 270, 280, 283, 289

Formación investigativa 72, 74, 76, 77, 79, 96

Formulación lagrangiana 2, 4

Frequency analysis 16

Fuerza de corte 32, 33, 35, 36, 39, 41, 42, 44, 45

G

Gestión pública local 217, 219, 226

H

Huertos familiares 148, 149, 150, 152, 154, 157

I

Inteligencia artificial 72, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 88, 89, 96, 197, 211, 212, 214, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 271, 272, 288

Inteligencia artificial generativa 72, 74, 76, 77, 89, 96, 272

K

Knowledge translation 160, 164, 165, 166

M

Marco teórico 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 202
Mareas 114, 115, 116, 117, 118, 122, 123, 126
Matemáticas 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 240, 241, 242
Mechanical systems 16
Media representation 160, 161, 163
Microturbina 98, 108, 109
Modelo dinámico 1, 2, 3, 4, 7, 14
Modelo ECOS 194, 195, 198, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 211, 213
Modelo SEED 268, 269, 270, 284, 285, 286, 289, 290
Modelo SERVQUAL 217, 220, 222, 224
Mundo virtual 268, 269, 270, 271, 284, 288, 289

N

Non-destructive testing 16, 20
Nuclear energy communication 159, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 169

P

Plantas alimenticias 148, 149, 151
Plantas medicinales 148, 149, 150, 151, 154, 158
Podcast educativo 194, 195, 196, 197, 198, 213
Predictive maintenance 16
Public meaning 160, 161, 163, 167, 168

R

Razonamiento estadístico 171, 173, 175, 176
Realidad virtual inmersiva 269
Rendimiento académico 171, 178, 180, 243, 257, 259, 261, 266
Reproducibilidad 171, 172, 173, 174, 175, 176, 188, 190, 191, 243
Resolución ejercicios 230
Resonancia 114, 115, 122, 123, 124, 126, 127
RMarkdown 171, 172, 175, 176, 179, 188, 189, 191

S

Science communication 160, 162, 163, 167, 168, 169, 170
Silueta 32, 185

Starch 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

Structural health monitoring 16

T

TPM 46, 47, 50, 51, 57

Transformación digital 217, 219, 221

V

Vibration-based identification 16

Vibration diagnostics 16, 18, 20

