

Estudio Exploratorio Sobre Estrategias De Enseñanza En Industria 4.0

Autor:

Santiago Mora Castellanos

Trabajo De Grado Para Optar El Título De Ingeniero Industrial

Director:

Javier Eduardo Arias Osorio

Magister En Administración

Codirector:

Eliana Marcela Peña Tibaduiza

Magíster En Ingeniería Industrial

Universidad Industrial De Santander

Facultad De Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela De Estudios Industriales Y Empresariales – EEIE

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

A través de este documento, el cual es una de las tantas representaciones de mi esfuerzo en mi paso por la UIS, quiero dedicar estas palabras a manera de homenaje por todo lo que pasamos para llegar hasta acá; a ti, que sin nombrarte ya sabes quién eres. Tantas noches sin dormir y días enteros de sacrificio valieron la pena y fueron posibles a que siempre te mantuviste a mi lado, dándome ese rumbo cuando salía mi lado más humano. Hoy miro con orgullo esos momentos en los que me hiciste no perder la compostura cuando algo no me apasionaba; Porque eso es lo que más admiro de ti, tu capacidad de resiliencia y ese compromiso nato, los cuales en más de una ocasión me prestabas. Te dedico esto y todo lo bueno que venga para nuestras vidas a ti, Ana; Y con mucho amor te digo, que mi tema favorito siempre serán las sumatorias...

Σ

Agradecimientos

A lo largo de mi vida me di cuenta de que realmente soy un privilegiado, pues no todos gozan de lo que yo siempre he gozado, dos hermosos seres que fueron parte fundamental de este proceso educativo, a los cuales tengo la dicha de llamar mamá y papá.

Quienes a través de sus ejemplos y enseñanzas poco a poco fueron formando a la persona que soy hoy, más allá de un título de ingeniero industrial, les agradezco por la vida que me dieron, llena de amor y carcajadas.

Pues fueron ustedes los que me enseñaron que todo en la vida debo tomármelo con calma y buena cara, incluso lo malo.

Gracias, por todos esos pequeños esfuerzos y sacrificios diarios que hacían aunque yo no los pedía, los cuales parecían irrelevantes, pero que juntos suman una deuda impagable.

Y a mi hermana, que a pesar de nuestra inocultable distancia, quiero que sepa que la amo y que siempre contará con mi apoyo, me llena de orgullo poder decir que soy su familia.

Tabla de contenido

Introducción.....	11
1 Cumplimiento de objetivos	13
2 Planteamiento del problema.....	13
3 Objetivos.....	15
3.1 Objetivo general	15
3.2 Objetivos específicos.....	16
4 Marco de referencia	16
4.1 Marco de antecedentes.....	16
4.2 Marco teórico.....	18
4.2.1 Industria 4.0.....	18
4.2.2 Historia de la industria 4.0.....	19
4.2.3 Fábrica inteligente	23
4.2.4 Cadena de suministro	23
4.2.5 Aprendizaje significativo.....	25
4.2.6 Estrategias de enseñanza y aprendizaje	26
4.2.7 Tipos de estrategias de aprendizaje.	27
4.2.8 Tipos de estrategias de enseñanza	28
4.2.9 Flipped Learning	32
4.2.10 Modelo TPACK y STEM.....	33
4.3 Dimensiones pedagógicas.....	34
4.3.1 Aprendizaje activo.....	35
4.3.2 Aprendizaje autónomo	36
4.3.3 Trabajo colaborativo.....	37
4.3.4 Contextualización industrial	37
4.3.5 Uso intensivo de tecnología.....	38
4.3.6 Enfoque práctico	39
4.3.7 Desarrollo del pensamiento crítico	39
4.3.8 Nivel de personalización	40
4.3.9 Vinculación con problemas reales	41
4.3.10 Motivación estudiantil.....	41
4.3.11 Desarrollo de competencias técnicas.....	42
4.3.12 Relación entre industria y educación 4.0.....	43
5 Metodología.....	44

5.1	Primera fase: Inmersión teórica proveniente de literatura gris.....	44
5.2	Segunda fase: Revisión de literatura.....	46
5.3	Tercera fase: Clasificación y caracterización de las estrategias.....	46
5.4	Cuarta fase: Elaboración de artículo.....	47
5.5	Investigación exploratoria.....	47
5.6	Revisión de literatura (Metodología de análisis web).....	49
5.7	Caracterización de las estrategias de enseñanza.....	51
5.8	Clasificación de las estrategias de enseñanza.....	53
6	Inmersión teórica proveniente de literatura gris.....	55
6.1	Propósito de la inmersión teórica.....	55
6.2	Análisis bibliométrico.....	55
6.3	Revisión y análisis web.....	63
6.3.1	Estrategia de búsqueda.....	63
6.3.2	Criterios de inclusión.....	64
6.3.3	Preguntas de investigación.....	68
7	Revisión de literatura.....	73
7.1	Propósito.....	73
7.2	Estrategia de búsqueda.....	74
7.3	Criterios de inclusión.....	76
7.4	Preguntas de investigación.....	77
8	Clasificación y caracterización de las estrategias.....	86
8.1	Caracterización y definición.....	87
8.2	Clasificación y contraste con la EEIE.....	92
8.2.1	Clasificación por puntuación.....	92
8.2.2	Clasificación por perfiles.....	95
9	Comparación y replicabilidad de las estrategias.....	97
9.1	Contexto de la escuela de estudios industriales y empresariales (EEIE).....	97
9.2	Comparación entre contextos universitarios.....	99
10	Conclusión.....	107
11	Referencias bibliográficas.....	109

Índice de tablas

Tabla 1. Cumplimiento de objetivos específicos.....	13
Tabla 2. Clasificación tipos de investigación (Elaboración propia).	48
Tabla 3. Ecuación de búsqueda industria 4.0.....	56
Tabla 4. Ecuación de búsqueda estrategias de enseñanza.....	56
Tabla 5. Indicadores industria 4.0 (Extraídos de VOSviewer).	60
Tabla 6. Indicadores estrategias de enseñanza (Extraídos de VOSviewer).	61
Tabla 7. Cadena de búsqueda Google.	63
Tabla 8. Criterios de inclusión.	64
Tabla 9. Preguntas de análisis cuantitativo.....	66
Tabla 10. Preguntas de análisis cualitativo.....	66
Tabla 11. Ecuación de búsqueda revisión de literatura.	74
Tabla 12. Criterios de inclusión revisión de literatura.	76
Tabla 13. Caracterización de estrategias en base a dimensiones pedagógicas específicas.....	90
Tabla 14. Puntuaciones por estrategia de enseñanza.	93
Tabla 15. Clasificación por perfiles.	95
Tabla 16. Contexto de la EEIE.....	98
Tabla 17. Contexto de la Aalborg university (AAU).	100
Tabla 18. Contexto de la Reykjavik university (RU).....	102
Tabla 19. Contexto de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).	104

Índice de figuras

Figura 1. Modelo publicador-intermediario-suscriptor (Tomado del artículo).	25
Figura 2. Taxonomía de Bloom.....	33
Figura 3. Fases del proyecto de grado.....	44
Figura 4. Mapa de visualización literaria para el tema industria 4.0.....	57
Figura 5. Mapa de calor literario para el tema industria 4.0.	57
Figura 6. Mapa de visualización literaria para el tema estrategias de enseñanza.	59
Figura 7. Mapa de visualización literaria temporal para el tema estrategias de enseñanza.	59
Figura 8. Proceso de búsqueda y revisión de sitios web.	65
Figura 9. Cantidad de sitios web según su año de publicación.	67
Figura 10. Selección de artículos científicos.....	75
Figura 11. Clasificación por puntuación en cuartiles.....	94

Índice de apéndices

Apéndice A ----- Artículo científico en formato Word.

Apéndice B ----- Archivo Excel con material utilizado.

Los apéndices derivados del desarrollo de la presente investigación se encuentran disponibles para consulta en la base de datos institucional de la Biblioteca de la Universidad Industrial de Santander (UIS). A continuación se presenta la una descripción detallada de su contenido.

Los apéndices complementan la información presentada en la investigación. El Apéndice A contiene el artículo científico elaborado a partir de los resultados obtenidos en el estudio, estructurado de acuerdo con lineamientos de publicación académica. Por su parte, el Apéndice B reúne el material de apoyo utilizado durante el proceso investigativo, incluyendo la matriz consolidada de referencias bibliográficas, las tablas de elaboración propia para el análisis de información, las matrices multicriterio empleadas en la evaluación de las instituciones analizadas y los criterios de valoración aplicados en los procesos de clasificación y caracterización desarrollados en el estudio.

Resumen

Título: Estudio exploratorio sobre estrategias de enseñanza en industria 4.0

Autor: Mora Castellanos Santiago

Palabras clave: Estrategias de enseñanza, industria 4.0, educación superior, ingeniería.

Descripción: Este proyecto de grado analiza cómo la educación superior busca responder a las demandas de la Industria 4.0, identificando una brecha entre la formación académica actual y las competencias requeridas por el sector productivo. La integración de tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas y los sistemas ciberfísicos ha transformado los entornos laborales, impulsando la necesidad de replantear los modelos educativos tradicionales hacia enfoques más flexibles y alineados con los desafíos de la industria moderna.

Mediante una revisión de literatura y el análisis de contenido web, se identificó una tendencia hacia pedagogías activas centradas en el estudiante, apoyadas por entornos híbridos y virtuales. Estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, la gamificación, el aula invertida y el trabajo colaborativo destacan por su capacidad para desarrollar competencias técnicas, analíticas y transversales mediante experiencias de aprendizaje contextualizadas. Asimismo, se evidencia una transformación del rol docente, que pasa de ser transmisor de conocimiento a facilitador del aprendizaje, requiriendo una integración equilibrada entre saber disciplinar, competencias pedagógicas y dominio tecnológico.

No obstante, los hallazgos también revelan limitaciones importantes. Muchas iniciativas continúan siendo descriptivas, con una incorporación superficial de las tecnologías y escasa sistematización de experiencias exitosas. Además, persisten desafíos relacionados con la infraestructura institucional y la resistencia al cambio. En consecuencia, el estudio concluye que la transformación educativa no depende únicamente de la adopción tecnológica, sino de una integración estratégica y profunda de metodologías, recursos y competencias que permita fortalecer la conexión entre la universidad y las necesidades de la Industria 4.0.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Javier Eduardo Arias Osorio. Magister en Administración. Codirector: Eliana Marcela Peña Tibaduiza. Magister en Ingeniería Industrial

Abstract

Title: Exploratory Study on Teaching Strategies in Industry 4.0

Author: Mora Castellanos Santiago

Key Words: Teaching strategies, Industry 4.0, higher education, engineering.

Description: This undergraduate thesis examines how higher education is attempting to keep pace with Industry 4.0, identifying a critical gap between current academic preparation and the competencies actually demanded by industry. Today, the convergence of artificial intelligence, the Internet of Things, and cyber-physical systems has not only transformed production processes but has also forced a reconsideration of the human role within organizations. In response to this reality, the traditional university model is under pressure to evolve toward more dynamic approaches in which technical and analytical training are aligned with the real challenges faced by the industrial sector.

Through a literature review and web content analysis, the study identifies a growing emphasis on active learning pedagogies that place students at the center of the educational process through hybrid and virtual learning environments. Strategies such as project-based learning, gamification, the flipped classroom, and collaborative learning are found to be particularly effective in developing the competencies required by this new industrial revolution, as they connect theoretical knowledge with real-world applications. This shift redefines the instructor's role from that of an authority figure to that of a facilitator, requiring a balanced mastery of pedagogy, disciplinary expertise, and emerging technological tools, which must be integrated comprehensively rather than used merely as instruments.

However, the analysis also reveals weaknesses that cannot be overlooked. A significant portion of the literature remains largely descriptive; the use of technology is often superficial, and there is a lack of well-documented educational experiences that can be successfully replicated. These challenges, combined with infrastructure limitations and institutional resistance to change, suggest that simply adopting technology as a trend is insufficient. Instead, a deeper and more structured integration of these tools and strategies is required if universities are to establish a strong connection with the demands of today's productive and industrial environment.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Thesis Advisor: Javier Eduardo Arias Osorio, Master's Degree in Administration. Co-Advisor: Eliana Marcela Peña Tibaduiza, Master's Degree in Industrial Engineering.

Introducción

Según *Hernández, M., et al. (2020)*. “Se espera que, en los próximos 10 años, haya 3,5 millones de empleos disponibles en la manufactura, de los cuales menos de la mitad estarán cubiertos por personas con las capacidades adecuadas”. Esto genera una brecha significativa entre el modelo educativo que imparten las universidades y las necesidades reales de la industria en el futuro cercano.

Con la constante evolución tecnológica aplicada a industrias manufactureras, el paradigma de la educación superior cambia. Ahora las instituciones deben dirigir sus esfuerzos hacia la formación de profesionales con nuevos perfiles; deberán estar capacitados y familiarizados con entornos digitales, automatizados e interconectados.

La inherente necesidad de evolución del ser humano nos conduce a mejorar, modificar y automatizar las cosas, yendo desde tareas simples y repetitivas, hasta toda una cadena de producción. En el año 2011, Alemania se encontraba realizando modificaciones en su estrategia tecnológica, es ahí cuando el término **Industria 4.0** aparece por primera vez, refiriéndose a la integración de las TIC (Tecnologías de la información y las comunicaciones) y los avances industriales, con el objetivo de crear fábricas inteligentes que permitirán la fabricación más eficiente, ecológica y personalizada de productos. (*Hernández M., et al, 2020*).

Con respecto a la educación, el panorama actual está marcado por la academia 4.0, debido a que el mercado laboral actual exige habilidades y capacidades que requieren conocimientos digitales, como se mencionó anteriormente. En muchos casos estas habilidades no existen aún, dado que deben ser desarrolladas hoy para su implementación en el futuro. Así como la industria, la educación también ha pasado por varias transformaciones. Comenzando por la Academia 1.0 que se concentraba en la memorización y participación limitada o pasiva por parte del estudiante.

Seguidamente la Academia 2.0, la cual surgió con la llegada del internet y tomó fuerza una interacción más flexible entre educador y estudiante. La Academia 3.0 llegó para fortalecer el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos, acompañado por un aprendizaje colaborativo y el uso de plataformas digitales. La situación actual la comprende la implementación de tecnología en el ámbito educativo, siendo así la Academia 4.0, la que traza el camino hacia la creación de entornos de aprendizaje inmersivos, los cuales comprenden y satisfacen las necesidades académicas de cada estudiante, llegando a ser dinámica y personalizable. (Kumar S, 2025; Stefan I, et al, 2023; Hernández M., et al, 2020)

El propósito de este proyecto de grado es identificar, caracterizar y clasificar estrategias de enseñanza relacionadas con la industria 4.0 a partir de una revisión de literatura, con el fin de que sean contempladas y consideradas en la ejecución del macroproyecto *“Laboratorio para la enseñanza de industria 4.0, como estrategia para el fortalecimiento de la calidad educativa en ingeniería industrial”*. Este proyecto propone un enfoque orientado hacia el estudiante y sus necesidades, en el cual se pretende proveer al estudiante de herramientas y tecnologías propias de la Industria 4.0, facilitando de esta forma la adopción de la Academia 4.0 en el contexto de la EEIE.

Este proyecto busca sentar las bases en cuanto a las estrategias de enseñanza aplicadas en un futuro laboratorio de Industria 4.0, el cual será utilizado principalmente por estudiantes de ingeniería industrial en la UIS. Esto proyecta un alcance a largo plazo en las siguientes generaciones de ingenieros. La realización de este proyecto resulta pertinente, ya que, sin las estrategias claras, difícilmente podrá llevarse a cabo la implementación de este laboratorio como método de enseñanza que responde a las necesidades actuales del mercado laboral.

1 Cumplimiento de objetivos

A continuación, se presenta una tabla de trazabilidad que permite evidenciar el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente trabajo. En ella se relaciona cada objetivo con la sección del documento en la que se desarrolla y se describe brevemente la forma en que se alcanza.

Tabla 1.

Cumplimiento de objetivos específicos.

Objetivo	Cumplimiento	Sección	Página
Ob. Específico 1	Se cumple mediante la recopilación y análisis de información proveniente de literatura gris y fuentes web especializadas.	6.3 Revisión y análisis web	63
Ob. Específico 2	<i>Se desarrolla mediante una revisión exploratoria de la literatura sobre estrategias de enseñanza en Industria 4.0 en contextos universitarios de ingeniería.</i>	7 Revisión de literatura	73
Ob. Específico 3	Se evidencia mediante la organización y análisis comparativo de las estrategias identificadas frente al contexto de la escuela de estudios industriales y empresariales. (Matrices)	8 Clasificación y caracterización de las estrategias	86
Ob. Específico 4	Se presenta un artículo de carácter publicable, estructurado de acuerdo con los criterios establecidos por la revista científica.	[Entregable en otro documento]	NA

2 Planteamiento del problema

Como miembros de una sociedad debemos ser conscientes de que nuestras acciones repercuten en la situación común de las demás personas, lo que hagamos en nuestras vidas cotidianas y laborales, afecta a nuestro entorno económico, social y ambiental.

En países subdesarrollados como Colombia surge la necesidad de dirigir nuestros esfuerzos hacia el ODS4 (Objetivo de Desarrollo Sostenible 4), puesto que, la educación es la clave que permitirá alcanzar muchos otros ODS. “*Cuando las personas pueden obtener una educación de calidad, pueden romper el ciclo de la pobreza*” (ONU). Reduciendo así las desigualdades y contribuyendo a una equidad de género cada vez más notoria.

Colombia se perfila como un país diverso y lleno de potencial, no solo por su riqueza natural, sino por los talentos en variedad de industrias (*Camilo Ramírez, 2023*). Sin embargo, aún presenta brechas significativas frente a países con economías industrialmente más avanzadas. Parte de esta situación se relaciona con las limitaciones en competitividad, innovación y apropiación tecnológica dentro de los sectores productivos. Ante este panorama, resulta pertinente fortalecer la formación de profesionales capaces de responder a las nuevas dinámicas industriales y tecnológicas que actualmente transforman los sistemas de producción y gestión a nivel mundial.

En este sentido, la Industria 4.0 ha generado cambios importantes en la manera en que las organizaciones operan, integrando tecnologías como automatización, analítica de datos, internet de las cosas e inteligencia artificial. Estas transformaciones demandan ingenieros con competencias técnicas, analíticas y digitales acordes con las necesidades emergentes de la industria. No obstante, en muchos contextos universitarios aún existen dificultades para articular dichas demandas con los modelos y estrategias de enseñanza implementados en los programas de ingeniería.

Particularmente, en el contexto de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander, busca alinearse y adaptarse a tendencias de transformación educativa y tecnológica, por ello resulta valioso comprender cuáles estrategias de enseñanza relacionadas con Industria 4.0 han sido utilizadas en otros ambientes universitarios y de qué manera podrían contribuir al fortalecimiento de los procesos formativos.

Por lo anterior, resulta pertinente promover la actualización y adaptación de los modelos educativos actuales frente a las demandas de la Industria 4.0, con el fin de contribuir al cierre de la brecha existente entre la academia y el sector industrial. En este contexto, resulta pertinente analizar las estrategias de enseñanza implementadas en programas universitarios de ingeniería de

otras universidades, con el propósito de generar un referente que permita comprender su aplicabilidad y pertinencia dentro del contexto académico de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la UIS.

Asimismo, este proyecto de grado posee una pertinencia disciplinar, en tanto busca aportar a la consolidación de conceptos y avances tecnológicos propios de la emergente industria 4.0 por parte de los estudiantes, inicialmente en el programa de ingeniería industrial. En este sentido, el proyecto responde a la necesidad de fortalecer los procesos de formación frente a las nuevas demandas tecnológicas y profesionales que exige la industria actual.

Por otro lado, también posee una pertinencia parcialmente metodológica, ya que busca establecer nuevas formas de abordar la formación de profesionales con conocimientos en industria 4.0. Si bien no pretende desarrollar metodologías completamente novedosas a nivel global, sí busca aportar alternativas aplicables al contexto de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE), contribuyendo al fortalecimiento de su modelo educativo frente a los retos de la transformación digital.

3 Objetivos

A continuación, se enuncian los objetivos generales y específicos, los cuales concuerdan con los presentados en la ficha técnica.

3.1 Objetivo general

Desarrollar un estudio exploratorio sobre estrategias de enseñanza en Industria 4.0, en ambientes universitarios de programas de ingeniería.

3.2 Objetivos específicos

1. Realizar una inmersión teórica respecto a la temática planteada efectuando para ello una revisión de información proveniente de literatura gris y sitios web especializados.
2. Realizar una revisión de literatura sobre estrategias de enseñanza en Industria 4.0 utilizadas en diferentes ambientes universitarios de programas de ingeniería.
3. Clasificar y caracterizar las estrategias de enseñanza en Industria 4.0 considerando las características de los diferentes ambientes universitarios, en comparación con el ambiente de la escuela de estudios industriales y empresariales.
4. Elaborar un artículo de carácter aplicable que evidencie los resultados de la investigación.

4 Marco de referencia

En esta sección se busca establecer bases en cuanto al contenido conceptual y contextual que abordará este proyecto de grado. Reuniendo así documentación de años previos que abarcan las temáticas de interés, como las estrategias de enseñanza en ambientes universitarios y conceptos fundamentales de la industria 4.0. De manera implícita se presenta el enfoque principal que orienta y da sentido a esta propuesta.

4.1 Marco de antecedentes

Según las directrices de la modalidad de pasantía en investigación, se exponen tres trabajos de grado a manera de antecedentes, útiles para adquirir una percepción del estado del conocimiento en el contexto de la escuela de estudios industriales y empresariales (EEIE) de la universidad industrial de Santander (UIS).

Los cuales tienen objetivos similares y que en conjunto pueden aportar en gran medida a la elaboración de este proyecto de grado. Se destaca el hecho de que los tres abarcan temáticas

orientadas al fortalecimiento de la relación enseñanza-aprendizaje presente en los ambientes de la EEIE. En esta parte del trabajo se deja en segundo plano el enfoque específico de Industria 4.0, debido a la limitada disponibilidad de trabajos de grado institucionales relacionados directamente con dicha temática y a la intención de priorizar proyectos desarrollados en la UIS que permitieran contar con un punto de referencia más cercano al contexto académico de la escuela.

Ahora bien, el trabajo de *Fonseca Parra, realizado en 2024* tiene como objetivo el desarrollo de objetos de aprendizaje apoyándose en las tecnologías de la información. Centrado en el entendimiento de la ya establecida asignatura de diseño de sistemas productivos, identificando estrategias de enseñanza aplicables en el aula de clase. Este trabajo de grado guarda especial relación con este proyecto, debido a que se da a la tarea de realizar una revisión de literatura y proporcionar una definición para cada estrategia identificada; Además de ofrecer una perspectiva relativamente actual acerca de temáticas y entornos en común con el presente proyecto. Elabora objetos de aprendizaje conociendo la realidad de nuestra escuela, lo cual resulta útil para el análisis de la efectividad de determinadas estrategias.

Por otro lado, el trabajo de *Serrano Gamboa realizado en 2025* investiga y propone estrategias didácticas, innovadoras y replicables en la asignatura de formulación y evaluación de proyectos, fomentando el fortalecimiento de competencias y habilidades de los alumnos. Creando así una guía con estrategias dispuesta para la socialización con profesores y estudiantes. La relación que tiene con este proyecto es que aplica conceptos comunes entre ambos trabajos, facilitando una comprensión del alcance y efectividad que puede tener cada estrategia con respecto a conceptos propios de la industria 4.0.

Y por último, el trabajo realizado por *Hazbon Manrique en 2023*, tiene como propósito el diseño de herramientas didácticas basadas en metodologías activas de aprendizaje,

específicamente para la asignatura de talento humano. Se destaca el uso de la gamificación como herramienta principal y la existencia de una retroalimentación obtenida a través de estudiantes y docentes involucrados en las pruebas piloto aplicadas. Este proyecto proporciona no solo un análisis de la herramienta utilizada, sino que también da a conocer los diferentes estilos de aprendizajes propios de cada alumno, nuevamente aportando al entendimiento del contexto de la escuela.

4.2 Marco teórico

En una fase inicial del marco teórico se busca entender y definir de manera puntual los conceptos y temas más importantes de los cuales hablará este proyecto de grado. Contribuyendo así al primer objetivo específico.

4.2.1 Industria 4.0

En un mundo regido principalmente por los avances tecnológicos y la información, es previsible que, con el tiempo esto también se integre a la manera en que se producen las cosas. Con estos avances en la tecnología, surge la necesidad de introducir el concepto de industria 4.0, que fue utilizado por primera vez en el año 2011, en Alemania. Desde entonces, se ha visto ampliado por la inclusión de nuevos marcos conceptuales. (*SAP, s.f*)

La industria 4.0 (En adelante: I4.0) como concepto puede tener distintos enfoques, como el social, productivo y por competencias humanas, entre otros. Pero en esencia, se puede definir como la integración de tecnologías digitales en los procesos industriales y de fabricación. Llega para cambiar permanentemente la manera en que se produce no en Colombia, sino en todo el mundo. Reinventa los procesos productivos, al igual que la forma de diseñar y distribuir los productos. (*IBM, s.f; SAP, s.f-a; MINTIC, 2019*)

Cuando se habla acerca de tecnologías digitales, se hace referencia a maquinaria o dispositivos especializados en generar, procesar y almacenar información, los cuales se destinan a la producción y que están intercomunicados entre sí mediante el uso de internet; Con la facultad de auto diagnosticarse o solicitar soporte técnico. Esto también implica que la velocidad de producción esté siendo constantemente monitoreada, es decir, si una máquina no es capaz de cumplir con la meta de producción, se lo comunicará a otra, y de esta forma se logra algo similar a un balance de línea. *(Gobierno del Perú, s.f)*

De este modo, se busca que las personas responsables tengan acceso a los datos operativos en todo momento y en todo dispositivo, mediante el uso de la computación en la nube. Lo anterior contribuye a que las personas pasen a un segundo plano en el ámbito operativo, la actividad humana en las empresas se concentrará en lo intelectual y estratégico. *(MINTIC, 2019)*

Según Daniel Burrus: *“La definición general de Industria 4.0 es el auge de la tecnología industrial digital... Las transformaciones de la Industria 4.0 nos permiten trabajar junto con las máquinas de formas innovadoras y altamente productivas”*. *(Rescatado de SAP, s.f-a)*

4.2.2 Historia de la industria 4.0

Los hallazgos más importantes de la evolución de la industria han ido siempre ligados a los avances tecnológicos que ocurren en el mundo. Por lo que, según fuentes institucionales, la historia se puede clasificar en 4 grandes momentos, presentados a continuación:

- **Industria 1.0:** Centrada principalmente en la mecanización y la máquina de vapor, la primera revolución industrial sucede a principios de 1800, reduciendo la dependencia del trabajo animal y humano.
- **Industria 2.0:** Sucede un siglo después, impulsada por la producción en masa, se empieza a hacer uso de la electricidad en las fábricas, haciendo que las máquinas sean menos

robustas y engorrosas. Dio lugar a la creación de modelos de producción, muchos de los cuales hoy en día se siguen utilizando.

- **Industria 3.0:** A mediados del siglo XX, aparece el internet, la computación y la robótica, con ello la puesta en escena de la automatización en las fábricas. Sin embargo, aún se requiere un gran componente humano en la operatividad de las empresas.
- **Industria 4.0:** En la actualidad, la producción busca apoyarse en los avances ya establecidos hasta el momento, en conjunto con la integración de las tecnologías emergentes. El internet de las cosas (IOT), gemelos digitales (Simulación), inteligencia artificial y aprendizaje automatizado, son unas de las tecnologías que trazan el camino hacia el futuro en cuanto a la operatividad de las empresas. (*Repsol s.f-a; SAP, s.f-a; IBM, s.f; MINTIC, 2019*)

El desarrollo de la I4.0 significa la modernización de las organizaciones en cada una de sus áreas. Es un proceso de mejora y transformación que ocurre no solo en labores operativas, sino también administrativas y estratégicas. Para su implementación se requiere invertir tanto en tecnología y maquinaria avanzada, como en las aptitudes del personal a cargo. (*MINTIC, 2019*)

La I4.0 pretende conseguir una interacción objeto-objeto, es decir, una sinergia y compatibilidad entre las máquinas y softwares utilizados en toda la cadena de suministro. Con esto se logra la eliminación del componente humano en procesos manufactureros, los cuales suelen ser en su mayoría repetitivos y en ocasiones peligrosos. Las personas intervendrán únicamente en cuestiones de mantenimiento y toma de decisiones estratégicas. (*MINTIC, 2019*)

A partir de lo anterior, la I4.0 se define entonces como, un modelo industrial enfocado en la automatización, autoorganización y la autogestión de los recursos, el cual busca establecer intercomunicación entre todos los actores de la cadena de suministro. Haciendo uso de sistemas

ciberfísicos para el procesamiento de información y toma de decisiones, en los cuales prima la actividad tecnológica y no humana. Este modelo tiene como objetivo reducir los costos operativos y aumentar las utilidades mediante el uso de tecnologías emergentes, de modo que resulta importante la presencia de personal profesionalmente capacitado para el manejo y control de las fábricas del futuro. *(Repsol s.f-a; SAP, s.f; IBM, s.f; MINTIC, 2019; MINDP, s.f)*

Según la empresa Tekniker: *“Un sistema ciber-físico es aquel que integra capacidades de computación, almacenamiento y comunicación junto con capacidades de seguimiento y/o control de objetos en el mundo físico. Los sistemas ciber-físicos están, normalmente, conectados entre sí y a su vez conectados con el mundo virtual de las redes digitales globales”.* *(Tekniker, s.f)*

En la fase de producción, el comportamiento de los humanos estará limitado al inicio, control y mantenimiento técnico de la maquinaria utilizada. Esto refleja la creciente necesidad de personal capacitado en:

- **Internet de las cosas (IOT):** Red de objetos físicos que incorpora sensores y softwares con el fin de intercambiar datos con otros sistemas o dispositivos a través de internet. Va desde el uso doméstico hasta complejas herramientas industriales.
- **Computación en la nube:** Es la disponibilidad de recursos de procesamiento a través de Internet. Elimina la necesidad de que las empresas administren los recursos físicos.
- **Inteligencia artificial:** Es un conjunto de tecnologías que se basan principalmente en el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo. Se usa principalmente para el análisis de datos, la generación de predicciones y previsiones, entre otras actividades.
- **Ciberseguridad:** Es la práctica de defender información digital y datos presentes en las computadoras, o servidores ante posibles ataques cibernéticos.

- **Gemelos digitales:** También conocido como simulación, consiste en un modelo digital de un sistema productivo, el cual refleja la realidad. Permite analizar procesos, experimentar con objetos físicos y crear escenarios hipotéticos para predecir comportamientos con bastante precisión.
- **Big data:** Son conjuntos de datos extremadamente grandes y complejos que no pueden gestionarse ni analizarse fácilmente con las herramientas tradicionales. Incluyen datos estructurados y no estructurados.
- **Integración horizontal y vertical:** Ocurre cuando empresas dejan de competir al unirse, sin importar cómo se realice la operación. Es horizontal, si están en el mismo nivel de la cadena de valor, o vertical, si están en distintos niveles de producción o distribución dentro de la misma cadena.
- **Realidad aumentada:** Consiste en mejorar las experiencias del mundo real con información generada por computadora.
- **Manufactura aditiva e impresión 3D:** Es el procedimiento de fabricación a través de la agregación de material. La adición se realiza capa por capa, hasta conseguir la forma definida previamente en el modelo digital.
- **Robots autónomos:** A diferencia de las máquinas operadas por personas, los robots autónomos realizan tareas con una mínima intervención humana. Variando de tamaño y función, pueden llegar a realizar operaciones de picking y almacenamiento. *(Gobierno del Perú, s.f; SAP, s.f-a; IBM, s.f; Oracle IOT, s.f-a; Oracle Big Data, s.f-b; Google Cloud, s.f-a; Google Cloud, s.f-b; Repsol, s.f-b; SIC, s.f; Universidad Internacional de La Rioja, s.f.)*

Si bien la I4.0 abarca todo lo mencionado hasta ahora, no pretende ser una metodología replicable, las empresas pueden tomar referencia de casos de éxito presentes en el mercado al que

pertenecen. Sin embargo, la evolución de estas depende únicamente de los profesionales a cargo de las decisiones tomadas. Es necesario que la implementación de I4.0 sea abordada con un enfoque sistemático. (*MINTIC, s.f*)

4.2.3 Fábrica inteligente

Una empresa que pone en práctica los conceptos que abarca la I4.0, se le puede atribuir el nombre de fábrica inteligente. La cual se percibe como un sistema ciberfísico interconectado que hace uso de maquinaria y tecnologías avanzadas para impulsar la fabricación de productos inteligentes, los cuales pueden ser identificados y localizados en cualquier momento del proceso de manufactura. Las etiquetas de identificación por radiofrecuencia serán las que permitirán saber cuándo fueron manufacturados y el estado actual del producto. (*MINTIC, s.f; SAP, s.f-b*)

4.2.4 Cadena de suministro

Es el conjunto de actividades o acciones clasificadas según las etapas que atraviesa un producto, yendo desde la búsqueda de materias primas hasta la entrega del producto al consumidor final; tener una mala gestión en la cadena de suministro puede involucrar demoras o incluso pérdida de material. En la actualidad las empresas han evolucionado este concepto considerablemente aplicando avances tecnológicos, sin embargo aún se evidencia dependencia por el componente humano en procedimientos claves. (*SAP, s.f.-c; QuadMinds, Oct 2021*)

A través de cada revolución industrial, las cadenas de suministro han demostrado ser sumamente dinámicas y cambiantes, viéndose afectadas por fuerzas políticas, movilidad y eventos naturales principalmente. Por eso, la constante en cada una debe ser la adaptabilidad al cambio, para así evitar situaciones indeseadas. Asimismo, se requiere un alto componente de seguridad y

simplicidad, tanto para proteger la mercancía y materiales, como para no entorpecer innecesariamente los procedimientos. (*SAP, s.f.-c; QuadMinds, Oct 2021*)

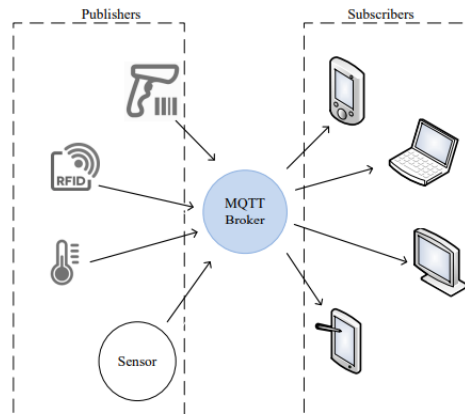
El propósito de toda cadena de suministro es asegurarse de que todos los procesos que conlleva la comercialización de un producto se realicen de forma eficiente en cada uno de los actores (proveedores, fabricantes y distribuidores), con la claridad de que la finalidad común es satisfacer las necesidades del consumidor final con el menor tiempo y la mayor calidad posibles. Para ello es importante que entre las empresas haya un intercambio de información fluido y que los objetivos y principios de cada una estén alineados. O dicho de manera simple, el propósito es brindar la sinergia necesaria para que cada organización actúe de manera coordinada. (*SAP, s.f.-c; QuadMinds, Oct 2021*)

Los almacenes desempeñan un papel esencial en la industria, casi tan importante como el proceso de producción. Ya sea para mantener materias primas o producto terminado, resulta esencial contar con un sistema de almacenamiento robusto y eficiente. La llegada de tecnologías emergentes asociadas con la I4.0 está abriendo nuevas puertas hacia la automatización, ya no solo en actividades simples y repetitivas pertenecientes a áreas específicas, sino que teniendo el potencial de automatizar toda una compleja red de procedimientos, como los que se encuentran en el almacenamiento de una cadena de suministro. A partir de la comprensión del caso de estudio expuesto en el artículo científico de *Khan, M.*, se identifican tecnologías aplicables que pueden optimizar procesos en contextos similares. Como es el caso del internet de las cosas (IoT) en la gestión de almacenes de una industria textil; la que por medio de etiquetas RFID en sus materiales y/o productos terminados, posibilitan la trazabilidad de estos. Conectando cada área a un sistema de gestión de almacenes central. Mediante un modelo de publicador-intermediario-suscriptor, en el que cada persona en la empresa puede consultar el estado, localización, número de orden, etc.,

a través de cualquier dispositivo conectado a internet (Suscriptores). En la **Figura 1**, se muestran gráficamente cada actor del modelo. (*Khan et al., 2022*)

Figura 1.

Modelo publicador-intermediario-suscriptor (Tomado del artículo).



4.2.5 Aprendizaje significativo

Es aquel aprendizaje que cuando se adquiere se relaciona inmediatamente con conocimientos ya existentes, no se basa en la memorización sino en la asimilación, se logra a través de procesos mentales propios de la persona, los cuales ocurren de forma consciente y programada. Este tipo de aprendizaje deja como resultado la adquisición de nuevos conocimientos de una manera más sencilla, debido a que guarda relación con la vida académica y práctica, es decir, el estudiante sabe qué conocimiento aplicar, cuándo y cómo aplicarlo. Esto gracias a que el aprendizaje significativo se logra a través de un esquema de conocimiento; el cual se percibe como la representación y entendimiento de la realidad que posee un individuo en un momento determinado, esto dependerá de qué tanto conocimiento tenga y qué tan organizado esté en su mente. Si el nuevo conocimiento guarda coherencia con lo que esa persona cree que es la realidad, entonces se logra el aprendizaje significativo. A diferencia del aprendizaje memorístico, porque en

este último el estudiante no posee interés en generar una estructura de pensamiento que le permita interiorizar los nuevos conocimientos a los que fue expuesto. (*León Urquijo, Risco del Valle, 2014; Mendoza Juárez, 2012*)

4.2.6 Estrategias de enseñanza y aprendizaje

Las estrategias de enseñanza se definen como el conjunto de procedimientos o recursos utilizados por el docente con la intención de generar aprendizajes significativos en los alumnos. Pretenden asignar un rol más activo y participativo al estudiante, eliminando la tendencia a la memorización de conceptos. Muchas de las estrategias presentes hoy en día en las aulas se basan en el principio de la cooperación, puesto que esto genera un vínculo emocional por parte del alumnado y facilita la asimilación de temáticas. Es importante resaltar que la enseñanza es una construcción conjunta que se da a través de intercambios entre estudiante y profesor. Las estrategias de enseñanza pueden llegar a tener un alto potencial, sin embargo deben saberse aplicar, teniendo en cuenta hacia qué tipo de alumnos va dirigida, cuáles son las temáticas por abordar y sobre todo, el docente debe ser consciente de cuáles competencias desea que desarrollen los alumnos. (*Mendoza Juárez, 2012; Montagud Rubio, 2020*)

No se deben confundir con las estrategias de aprendizaje, a diferencias de las estrategias de enseñanza, estas son un conjunto de acciones realizadas únicamente por el estudiante de forma independiente con el fin de abordar y comprender las temáticas por su cuenta, pueden ser tan personales y variadas como el individuo lo desee. Tiene distintas finalidades, como lo puede ser mejorar la comprensión o fomentar el pensamiento crítico, dependerá de la meta que se proponga el estudiante. (*Aguilera, 2023; León Urquijo, Risco del Valle, 2014*)

4.2.7 *Tipos de estrategias de aprendizaje.*

Dado la complejidad y flexibilidad que puede llegar a tener cada persona a la hora de adquirir conocimientos, las estrategias de aprendizaje se dividen en cuatro grandes grupos. Estrategias cognitivas, se definen como un conjunto de actividades o acciones relacionadas, las cuales se realizan de manera consciente o inconsciente, estas facilitan la retención, comprensión y almacenamiento del conocimiento. El seguimiento de estas estrategias según Mendoza Juárez, “suponen capacidades de representación (lectura, imágenes, habla, escritura y dibujo), capacidades de selección (atención e intención) y capacidades de autodirección, auto programación y autocontrol”. (Aguilera C., 2023; Centro Virtual Cervantes, s. f.-a; Mendoza Juárez, 2012)

Las **estrategias metacognitivas**, se definen como un conjunto de técnicas enfocadas a la autoconciencia y planificación, permitiéndole al estudiante observar su propio progreso de forma general y estructurada. Son externas y a su vez comunes a todo tipo de aprendizaje, es decir, se puede hacer uso en cualquier contexto relacionado con adopción de conocimientos. Consiste en identificar qué se va a aprender, cuál es la mejor alternativa para aprender y la autopercepción de uno mismo. (Aguilera C., 2023; Centro Virtual Cervantes, s. f.-b)

Los seres humanos al ser naturalmente sociales y emocionales, tendemos a recordar y aplicar los conocimientos que adquirimos en presencia de emociones fuertes; Por ello, las **estrategias socioafectivas** no se desarrollan únicamente a partir de procesos cognitivos, sino también a través de las emociones que experimentamos al momento de adquirir conocimientos. Este tipo de estrategias se basan en el bienestar emocional que se produce al momento de llevar a cabo actividades que promueven el aprendizaje cooperativo así como la gamificación, debates grupales, trabajos en equipo, entre otros. (Aguilera C., 2023; Centro Virtual Cervantes, s. f.-c)

Por otro lado, cuando el estudiante encuentra una barrera entre sus capacidades actuales y el conocimiento deseado, tiende a buscar un enfoque o recurso alternativo, como solicitar tutoría o explicación por parte del docente, lo cual se denomina una **estrategia de compensación**, y también comprende el uso de fuentes externas a la cátedra impartida o herramientas tecnológicas durante su estudio independiente. (Aguilera C., 2023)

4.2.8 Tipos de estrategias de enseñanza

El proceso de aprendizaje no depende únicamente de las estrategias utilizadas por el docente, sino también de las que el estudiante desarrolla individualmente en sus sesiones de estudio. Lo anterior combinado con las características individuales de la persona (Conocimientos previos, motivación, intereses y percepción) son lo que aporta significativamente en este proceso.

Las estrategias de enseñanza según la *Universidad de los Andes*, “son cualquier enfoque o método que un docente utiliza para facilitar el aprendizaje de sus estudiantes. Esto puede incluir desde técnicas de enseñanza específicas hasta herramientas de evaluación que se utilizan para medir el conocimiento adquirido.”, en este orden de ideas, el estudiante no debe ver al docente como su única fuente de conocimiento, sino más bien como un guía hacia el descubrimiento y construcción personal de este. Para que el alumno decida promover su propio aprendizaje de forma autónoma, el docente debe haber generado unas experiencias didácticas lo suficientemente relevantes; En otras palabras, el profesor debe ser el encargado de abrir la puerta y ofrecer nuevas perspectivas del tema en cuestión, y es el estudiante el único responsable de la indagación y el descubrimiento. Cuando esto ocurre, el profesor toma un papel de mediador e instructor, en el que su meta es hacer que el alumno aprenda a aprender. (Navaridas Nalda, F., 2004; *Universidad de los Andes*, 2023)

Navaridas Nalda (2004) señala, citando a *Sevillano (1995)*, que la elección de una estrategia didáctica debe considerar variables como: los objetivos del aprendizaje, quién la aplicará, el contexto de implementación, los recursos disponibles, la pertinencia, la facilidad de aplicación, la rentabilidad instructiva y la adecuación al perfil de los estudiantes.

Son distintas las maneras de categorizar las estrategias de enseñanza, sin embargo el autor las clasifica en seis tipos según su finalidad, siendo la primera de ellas las **estrategias socializadas**, las cuales se basan en la naturaleza social del ser humano, ya que esta capacidad de socializar es esencial en un sistema educativo, le brinda al estudiante la posibilidad de contrastar y corroborar con sus compañeros o docentes que lo que se aprendió individualmente se transformó en un aprendizaje significativo. Cuando se hace uso de estas estrategias se destaca la creación de grupos de trabajo, asignación de roles, trabajo en equipo, la intercomunicación entre profesor-estudiante, y en general la participación activa del alumno. (*Navaridas Nalda, F., 2004*)

Por otro lado, las **estrategias individualizadas** son aquellas que comprenden que cada estudiante tiene formas particularmente distintas de aprender, se enfocan en ofrecer la adaptabilidad que cada alumno requiere, sin dejar a un lado el esquema de la asignatura. Este tipo de estrategias exigen al docente un esfuerzo extra por identificar y entender la diversidad del grupo. Se destaca el planteamiento anticipado del cronograma y actividades de clase, de este modo cada estudiante puede avanzar a la velocidad que desee. Así mismo, las tutorías curriculares en horario extra-clase también entran en este tipo de estrategias. (*Navaridas Nalda, F., 2004*)

Las **estrategias personalizadas** son aquellas que ayudan al estudiante a asumir la responsabilidad de su propio desarrollo, no se refiere a que el docente imparta una cátedra de acuerdo con las necesidades de cada estudiante, sino que cada estudiante aprenderá de forma distinta mediante el transcurso del periodo lectivo. Este tipo de estrategias comprende el trabajo

por proyectos o el trabajo por portafolios, en los que el estudiante, desde el inicio del curso hasta el final, tendrá que desarrollar una serie de actividades de un tema particular escogido por el docente o incluso por el estudiante mismo. Estas estrategias fomentan el trabajo en grupo y el aprendizaje individual, ya que, al encontrarse con una serie de tareas propuestas puntualmente por el docente, deberá procurar adquirir los conocimientos necesarios para su proyecto. *(Navaridas Nalda, F., 2004)*

Las **estrategias por descubrimiento** buscan fomentar el aprendizaje empírico y el pensamiento crítico, poniendo al estudiante en situaciones que lo hagan discernir las respuestas a problemas propuestos. En este tipo de estrategias el docente toma un papel pasivo, procurando que cada estudiante sea el promotor de su propio conocimiento. Procedimientos didácticos que encajan en este tipo de estrategias pueden ser los estudios de casos, resolución de problemas teóricos, simulación, entre otros. *(Navaridas Nalda, F., 2004)*

El autor define las **estrategias creativas** como métodos capaces de estimular un pensamiento crítico y creativo en los estudiantes, de manera que les permite generar nuevas ideas y aterrizarlas como conocimientos que serán utilizados a lo largo de todo el curso. Estas estrategias facilitan la puesta en escena de los diversos puntos de vista de cada estudiante, ampliando así el panorama que cada uno tiene con respecto al tema de la asignatura. Abarca procedimientos como la lluvia de ideas o la sinéctica (Unir elementos distintos y aparentemente desconectados, mejorando la comprensión de la persona). *(Navaridas Nalda, F., 2004)*

En último lugar están las **estrategias de tratamiento de información**, en las que el docente de forma consiente establece y lleva a cabo una serie de procedimientos que utiliza para mejorar el procesamiento de información del estudiante. Adicionalmente, se puede aplicar cualquiera de las estrategias anteriores, sin embargo estas funcionan de forma complementaria, ya que lo más

relevante aquí es facilitar la comprensión de determinada cantidad de información. Siendo un ejemplo de esto la clase magistral, esquemas, mapas conceptuales, infografías, etc. (*Navaridas Nalda, F., 2004*)

Como ya se mencionó anteriormente, cuando se habla de tecnologías digitales se hace referencia a maquinaria o dispositivos especializados en generar, procesar y almacenar información, los cuales se destinan a la producción y que están intercomunicados entre sí mediante el uso de internet. Hoy en día conocer y entender el funcionamiento de este tipo de tecnologías es de vital importancia en el mundo laboral, por eso se precisa que desde las universidades los profesionales se encuentren familiarizados con las tecnologías de la I4.0.

Ahora bien, las plataformas digitales pueden describirse como ambientes virtuales que le permiten a los usuarios interactuar, acceder y facilitar el uso de información en tiempo real, yendo desde redes sociales hasta programas especializados con la capacidad de ejecutar acciones en la realidad misma; son parte fundamental para el establecimiento de conexiones entre dos o más dispositivos digitales. Lo que las hace tan relevantes, es el hecho de que pueden integrarse con la computación en la nube, otorgando así la capacidad de monitorear, gestionar y controlar desde cualquier lugar y dispositivo la maquinaria especializada que utilizan las empresas; llevando a cabo todos los complejos procesos computacionales en un servidor externo, es decir, el dispositivo desde el cual se opera solo imprime y manda información, todo esto sin necesidad de invertir en costosa tecnología e infraestructura. Mientras que las plataformas informáticas son plataformas diseñadas e instaladas por terceros para su exclusivo funcionamiento dentro de una empresa, caracterizadas por su bajo coste, y que hoy en día se ven desplazadas debido a sus limitadas aplicaciones. (*Politécnico Grancolombiano, 2024; CETMO, s.f.*)

Las **plataformas digitales abiertas** son aquellas en las que el desarrollador original permite al público el desarrollo independiente, procurando así la mejora y adaptabilidad del software según las necesidades del usuario y/o empresa, lo que provoca una generación de nuevos usos distintos a los que poseía el programa al inicio, usualmente son de código abierto. (*Politécnico Grancolombiano, 2024; CETMO, s.f.*)

4.2.9 *Flipped Learning*

El aula invertida es una estrategia pedagógica que transforma la estructura tradicional de enseñanza al trasladar la instrucción teórica al espacio de aprendizaje individual y utilizar el tiempo presencial para el desarrollo de actividades prácticas, colaborativas y de análisis. En este modelo, los estudiantes acceden previamente a contenidos digitales como videolecciones, lecturas, podcasts o módulos interactivos, permitiéndoles avanzar a su propio ritmo y llegar al aula con una comprensión inicial de los temas. De esta manera, las sesiones presenciales dejan de centrarse en la transmisión unidireccional del conocimiento y se convierten en espacios dinámicos orientados a la resolución de problemas, el debate, la retroalimentación y la aplicación activa de conceptos.

Este enfoque se relaciona con la Taxonomía de Bloom al permitir que las tareas cognitivas básicas, como recordar y comprender, se desarrollen de manera autónoma fuera del aula, mientras que los procesos cognitivos superiores, como analizar, evaluar y crear, se fortalecen en el entorno presencial con el acompañamiento del docente y la interacción entre pares.

El Flipped Learning es considerado una de las estrategias representativas de la Educación 4.0 debido a su capacidad para integrar recursos digitales, aprendizaje híbrido y metodologías activas centradas en el estudiante. Entre sus principales aportes se encuentran el fortalecimiento del pensamiento crítico, la autorregulación, la comunicación y el trabajo colaborativo. No obstante, su implementación requiere tanto una adecuada planificación pedagógica como materiales

digitales de calidad y un alto nivel de autonomía estudiantil. (Boltsi et al., 2024; Dumulescu et al., 2021; Kučera & Haffner, 2025; Laursen & Ryberg, 2025)

Figura 2.

Taxonomía de Bloom.



Nota. Tomado de Organiza tus clases con la Taxonomía de Bloom, por M. S. Jiménez Nájera, 2024, Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, Tecnológico de Monterrey.

4.2.10 Modelo TPACK y STEM

El modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge o Conocimiento Tecnológico, Pedagógico y Disciplinar) es un marco conceptual desarrollado por Mishra y Koehler (2006), basado en los planteamientos de Shulman (1986), el cual establece que la integración efectiva de la tecnología en la educación requiere la articulación equilibrada entre tres componentes fundamentales: el conocimiento disciplinar, relacionado con el dominio del contenido; el conocimiento pedagógico, asociado a los métodos y procesos de enseñanza-aprendizaje; y el conocimiento tecnológico, enfocado en el manejo e implementación de herramientas digitales. De esta manera, el modelo plantea que la enseñanza mediada por tecnología no depende únicamente del uso de recursos digitales, sino de la capacidad del docente para integrar

adecuadamente estos tres dominios según los objetivos educativos y las características del contenido a enseñar.

Por otra parte, el modelo STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) es un enfoque educativo interdisciplinario orientado a integrar las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas dentro de un mismo marco formativo. Surgido en la década de 1990 e impulsado por la National Science Foundation (NSF), este modelo busca fortalecer el aprendizaje mediante la resolución de problemas reales, el aprendizaje exploratorio y la conexión entre teoría y práctica. Asimismo, STEM promueve el desarrollo de competencias propias del siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y la alfabetización tecnológica, integrando además herramientas y tecnologías emergentes asociadas a la Educación 4.0. Con el paso del tiempo, el modelo ha evolucionado hacia variantes como STEAM, STEAMD y STEAMeD, incorporando componentes relacionados con las artes, el diseño y el emprendimiento para enriquecer los procesos de innovación y creatividad en la formación profesional. (*Sánchez-Caballé & Esteve-Mon, 2023; Zaher et al., 2023*)

4.3 Dimensiones pedagógicas

Con el propósito de analizar y caracterizar las estrategias de enseñanza expuestas más adelante, se definieron un conjunto de dimensiones pedagógicas fundamentadas en los principios de la Educación 4.0 y la formación basada en competencias. Estas permiten establecer criterios de análisis orientados a evaluar la manera en que cada estrategia contribuye al desarrollo de capacidades académicas, técnicas y profesionales en los estudiantes. En este sentido, dimensiones como el aprendizaje autónomo, el trabajo colaborativo, el enfoque práctico, la integración teoría-práctica y la vinculación con problemas reales fueron seleccionadas debido a su amplia relevancia

en los modelos educativos contemporáneos y su relación directa con las necesidades de la formación en ingeniería. A partir de estas categorías, se construye una matriz de caracterización “Estrategias de enseñanza vs. Dimensiones pedagógicas”, en la cual cada estrategia es valorada mediante una escala cualitativa ordinal de nivel alto, medio o bajo, según su grado de contribución al fortalecimiento de cada dimensión. Es importante mencionar que esta matriz no pretende constituirse como un instrumento estandarizado de medición o validación estadística, sino como una herramienta de análisis comparativo y sistematización conceptual diseñada para apoyar la interpretación de los hallazgos del estudio. De esta manera, la caracterización propuesta funciona como un marco analítico que facilita la identificación de tendencias, fortalezas y oportunidades de las estrategias de enseñanza abordadas a lo largo del desarrollo del proyecto.

4.3.1 *Aprendizaje activo*

El aprendizaje activo no debe entenderse simplemente como una técnica de enseñanza, sino como un cambio profundo en la jerarquía del aula donde el estudiante asume el control de su propio desarrollo intelectual. Este paradigma se aleja de la idea de que aprender es un acto de recepción pasiva, algo típico de la educación tradicional, para proponer un escenario donde el conocimiento se construye mediante el análisis constante y la reflexión sobre problemas reales. En este sentido, la dimensión activa obliga al alumno a involucrarse en procesos de síntesis y evaluación que van mucho más allá de la memorización. Lo que se busca, en última instancia, es que esa participación continua logre aterrizar la teoría en contextos profesionales, dotando al futuro graduado de una autonomía real y una capacidad de respuesta ante situaciones complejas que un libro de texto no puede anticipar. (*Zaher et al., 2023; Boltsi et al., 2024*)

Desde un punto de vista pedagógico, esta dimensión es hoy el eje central de lo que conocemos como Educación 4.0. No se trata solo de un marco metodológico, sino de una estructura que aprovecha la motivación intrínseca y una gestión más inteligente de los procesos cognitivos para generar saberes que no se olviden tras el examen. El profesor deja de ser esa figura que solo transmite contenidos para convertirse en un orientador estratégico, mientras que el estudiante se posiciona como el verdadero arquitecto de su aprendizaje. Esta transición es fundamental, ya que permite que las habilidades metacognitivas florezcan, preparando al profesional para un entorno laboral donde la capacidad de aprender a aprender es tan valiosa como el conocimiento técnico mismo. *(Lourenço et al., 2022; Laursen & Ryberg, 2025; Alakrash & Razak, 2022)*

4.3.2 Aprendizaje autónomo

El aprendizaje autónomo debe entenderse, ante todo, como el proceso en el que el estudiante toma las riendas de su propia formación, dejando de ser un receptor para convertirse en el gestor de su conocimiento. No se trata simplemente de estudiar solo, sino de desarrollar la capacidad de decidir qué aprender, bajo qué métodos y con qué herramientas alcanzar las metas académicas propuestas. Este enfoque está íntimamente ligado a la facultad consciente de planificar, ejecutar y evaluar sus propias acciones. Desde la pedagogía actual, esta autonomía encuentra su respaldo en pilares como la Teoría de la Autodeterminación, la cual nos recuerda que cuando una persona siente que tiene control sobre su aprendizaje y posee las competencias necesarias, su motivación intrínseca se dispara. *(Corbeil & Corbeil, 2022; Dumulescu et al., 2021)*

En el plano metodológico, esta dimensión se traduce en estrategias concretas que buscan liberar al estudiante de la dependencia constante del profesor. Herramientas como el aula invertida o el aprendizaje a su propio ritmo son ejemplos claros de cómo se puede fomentar esa independencia crítica. Hoy en día, la integración de plataformas virtuales y el uso estratégico de

la inteligencia artificial permiten que cada persona reciba contenidos ajustados a su nivel, facilitando una retroalimentación mucho más personal. Sin embargo, la clave del éxito en este modelo reside en la capacidad de autoevaluación; el uso de rúbricas y el seguimiento formativo ayudan a que el alumno reconozca sus fallos y aciertos de manera reflexiva. Al final, lo que se busca es formar profesionales que no solo dominen la técnica, sino que tengan la agilidad mental para adaptarse a los entornos dinámicos y altamente tecnificados de la Industria 4.0. (*Mingaleva & Vukovic, 2020*)

4.3.3 Trabajo colaborativo

El trabajo colaborativo debe entenderse, más que como una simple técnica, como un proceso de co-creación social donde el aprendizaje deja de ser un acto individual y pasivo para transformarse en una construcción colectiva. Esta dimensión se fundamenta en la idea de que el conocimiento surge con mayor fuerza cuando existe interacción social y se abordan problemas complejos de forma conjunta. En el panorama de la Educación 4.0, colaborar se ha vuelto una competencia transversal innegociable, pues los desafíos actuales suelen ser interdisciplinarios y requieren de entornos digitales para su resolución. Lo que realmente sostiene esta dinámica es la interdependencia positiva; ese compromiso donde el logro de todo el equipo depende del aporte de cada uno, puliendo en el camino habilidades de liderazgo y negociación que son vitales en la práctica profesional. (*Huertas-Lopez et al., 2025; Sánchez-Caballé & Esteve-Mon, 2023*)

4.3.4 Contextualización industrial

La contextualización industrial, entendida como dimensión pedagógica, es mucho más que un simple puente entre la teoría y la práctica; es el proceso mediante el cual el ejercicio académico se alinea de forma intencionada con las realidades y desafíos del entorno profesional. Su objetivo central es cerrar la brecha entre el aula y el mundo laboral, especialmente en un escenario tan

exigente como el de la Industria 4.0. Bajo este enfoque, el conocimiento disciplinar sufre una transformación: deja de ser un conjunto de conceptos abstractos para integrarse en situaciones aplicadas donde el estudiante debe resolver problemas reales del sector productivo. Esto fomenta el uso de metodologías basadas en la experiencia, como el aprendizaje basado en problemas, donde los proyectos no son simulaciones aisladas, sino retos auténticos que exigen el manejo de estándares, herramientas y dinámicas propias de la industria actual. Más allá de habilidades técnicas, esta dimensión busca cultivar la adaptabilidad y el pensamiento interdisciplinario, habilidades que hoy tienen un valor altísimo en el mercado laboral. (*Lena Gumaelius et al., 2024; M. A. Hazrat et al., 2023*)

4.3.5 Uso intensivo de tecnología

Más que una simple acumulación de dispositivos en el aula, el uso intensivo de tecnología debe entenderse como una dimensión pedagógica donde lo digital deja de ser un recurso opcional para convertirse en el eje que articula el aprendizaje. Bajo este enfoque, la tecnología redefine profundamente cómo interactúan los estudiantes y cómo se construye el conocimiento en la universidad contemporánea. Esto permite que no evaluemos la enseñanza por la cantidad de herramientas, sino por su impacto real: es fundamental analizar si lo digital está simplemente reemplazando un formato antiguo o si realmente está transformando la práctica educativa, llevando al alumno de una escucha pasiva a un rol plenamente creativo y participativo. (*Noguera I. et al, 2023; Sánchez Caballé 2023*).

Sin embargo, para que esta integración funcione, es vital que exista una coherencia curricular que considere la facilidad de uso y la utilidad percibida por el estudiante; si la tecnología genera barreras cognitivas en lugar de eliminarlas, pierde su valor pedagógico. En última instancia,

la intensidad tecnológica se mide por su capacidad para potenciar la autonomía y la agencia del alumno. *(Corbeil M. E., 2022)*

4.3.6 Enfoque práctico

El enfoque práctico no puede entenderse simplemente como una actividad de laboratorio; es la dimensión pedagógica que realmente da sentido al aprendizaje al poner la experiencia directa en el centro de todo. Su intención es clara: aterrizar la teoría en escenarios reales o simulados para que el conocimiento deje de ser algo abstracto. No se trata solo de ejecutar tareas, sino de construir un saber técnico sólido mientras se experimenta y se reflexiona sobre los resultados obtenidos.

Al enfrentarse a la ejecución de proyectos y desafíos complejos, el estudiante se ve obligado a desarrollar una autonomía y una capacidad de adaptación que difícilmente se consiguen solo con la teoría explicada en un aula. El valor real de esta dimensión es que permite al futuro profesional no solo dominar el concepto, sino entender cómo aplicarlo con criterio operativo. En última instancia, el enfoque práctico garantiza que el saber académico se transforme en una capacidad de acción real, preparando al egresado para tomar decisiones con seguridad y eficacia en el ejercicio de su profesión. *(Sonia Huertas-Lopez et al., 2025; Lena Gumaelius et al., 2024)*

4.3.7 Desarrollo del pensamiento crítico

Entender el pensamiento crítico como una dimensión pedagógica implica, antes que nada, aceptar que el aprendizaje no es una acumulación de datos, sino un ejercicio de discernimiento constante. El objetivo aquí es que el estudiante aprenda a dudar de lo evidente y desarrolle la agilidad mental para desarmar problemas complejos, buscando soluciones que no sean simples respuestas automáticas, sino conclusiones basadas en el análisis riguroso de la evidencia. Hoy en día, este proceso se apoya inevitablemente en lo digital, pero la tecnología debe verse solo como

un medio para acceder a múltiples visiones y analizar grandes volúmenes de datos. Lo que realmente define esta dimensión no es el uso de una herramienta avanzada, sino la capacidad del futuro profesional para interpretar la información, evaluar alternativas y tomar decisiones fundamentadas en contextos académicos y profesionales. No basta con resolver un problema técnico; lo fundamental es comprender el impacto de esas decisiones de manera integral. Al final, lo que se busca es formar graduados que tengan la madurez necesaria para adaptarse a los cambios y actuar con una responsabilidad real frente a los retos que impone la sociedad contemporánea. *(Boumedyen Shannaq et al., 2024; Lourenço et al., 2022)*

4.3.8 Nivel de personalización

Más que una tendencia, personalizar el aprendizaje es la dimensión pedagógica que reconoce que no todos los estudiantes procesan la información de la misma manera. Adaptar las estrategias y los recursos a los ritmos y estilos de cada persona, rompiendo con ese modelo tradicional de "talla única" que suele ignorar las necesidades individuales. La formación deja de ser una estructura rígida y se convierte en una trayectoria flexible. Lo que se busca es que el estudiante gane autonomía y se involucre de forma activa, permitiendo que el desarrollo de sus competencias sea un proceso mucho más natural y efectivo.

Hoy en día, este nivel de detalle en la enseñanza es posible gracias al apoyo de la analítica de datos y la inteligencia artificial, herramientas que permiten entender los patrones de desempeño y monitorear el progreso en tiempo real. Pero el valor no está en la tecnología por sí sola, sino en cómo se usa para ofrecer experiencias que realmente tengan sentido para el estudiante en su contexto. *(Muddsair Sharif & Dieter Uckelmann, 2024)*

4.3.9 Vinculación con problemas reales

Visto como dimensión pedagógica, la implementación de problemas reales propios de la industria permite aterrizar el aprendizaje en escenarios auténticos, conectando directamente la academia con los desafíos del entorno profesional e industrial. Bajo este enfoque, el estudiante deja de ser un receptor de teoría para convertirse en alguien que debe movilizar sus conocimientos y habilidades técnicas ante situaciones marcadas por la incertidumbre, donde la toma de decisiones fundamentada es clave. Al trabajar con proyectos aplicados y experiencias contextualizadas, la línea entre saber y hacer se desvanece, obligando a integrar de forma natural el pensamiento crítico, la adaptabilidad y el trabajo en equipo. (*Sonia Huertas-Lopez et al., 2025; Lena Gumaelius et al., 2024*)

4.3.10 Motivación estudiantil

La motivación estudiantil, vista como una dimensión pedagógica, es mucho más que un simple estado de ánimo; es el motor que realmente sostiene el esfuerzo y la persistencia en el tiempo. En la práctica, funciona como un termómetro de la efectividad de nuestras estrategias de enseñanza. Si el modelo educativo es sólido, el estudiante no solo participa, sino que desarrolla autonomía y una confianza real en sus propias capacidades. No se trata solo de "entretener" al alumno, sino de diseñar un entorno donde la interacción tenga sentido y la retroalimentación sea constante. Al integrar metodologías activas o herramientas digitales, el propósito de fondo es que el estudiante deje de ser un espectador y se involucre de forma genuina en su formación.

Bajo este enfoque, la motivación permite evaluar si el diseño de una materia realmente logra que el estudiante se vuelva proactivo y aprenda a regular su propio esfuerzo ante problemas que no tienen una solución obvia. Cuando aterrizamos los contenidos en contextos reales, el interés

deja de ser algo superficial para convertirse en un compromiso con el conocimiento. Lo que buscamos es que el futuro profesional no solo absorba información para un examen, sino que desarrolle la madurez necesaria para enfrentar retos complejos con iniciativa propia. Al final, una motivación bien trabajada es la que garantiza que el aprendizaje sea profundo y, sobre todo, capaz de sostenerse ante las altas exigencias del mundo laboral contemporáneo. (*Boumedyen Shannaq et al., 2024; Lourenço et al., 2022*)

4.3.11 Desarrollo de competencias técnicas

Más que una simple transferencia de conocimientos, el desarrollo de competencias técnicas es la dimensión que permite al estudiante dejar de ser un espectador y empezar a actuar en escenarios reales. El punto aquí no es solo que el alumno "sepa" algo, sino que sea capaz de integrar habilidades y procedimientos especializados para resolver problemas que no tienen una respuesta de manual. Esto obliga a desplazar la teoría a un segundo plano para priorizar la práctica, utilizando herramientas digitales y simulaciones que realmente emulen el ritmo y las exigencias de la industria hoy. En este proceso de experimentación, el error se vuelve parte del aprendizaje, permitiendo que el diseño y la optimización de soluciones dejen de ser conceptos abstractos.

Al final, lo que se busca es que el futuro profesional no sea un operario de herramientas, sino alguien con el criterio para adaptarse a entornos donde las disciplinas se mezclan. No basta con dominar una tecnología específica; la clave está en la agilidad para asimilar innovaciones y responder a la velocidad que exige el entorno laboral actual. Fortalecer estas capacidades garantiza que el graduado no solo tenga un título, sino la seguridad necesaria para tomar decisiones técnicas fundamentadas y liderar procesos de transformación en un mundo profesional que cambia todos los días. (*Sonia Huertas-Lopez et al., 2025; Lena Gumaelius et al., 2024*)

4.3.12 Relación entre industria y educación 4.0

La relación entre la Industria 4.0 y el ámbito educativo en realidad es un cambio de reglas de juego. No consiste en solo de digitalizar procesos, sino de cómo la conectividad industrial está forzando una reforma estructural en la forma de enseñar. Mientras las fábricas se llenan de sistemas ciberfísicos y análisis de datos, la educación debe dejar de ser un modelo lineal y rígido para convertirse en un ecosistema flexible. Lo que se busca no es simplemente llenar el aula de herramientas tecnológicas; el reto de fondo es formar profesionales que sepan moverse en la incertidumbre y gestionar la complejidad de los entornos productivos actuales.

Gracias a la Inteligencia Artificial y al Internet de las Cosas, podemos pensar en una formación que realmente se adapte al ritmo de cada alumno, dejando atrás la idea de que todos deben aprender lo mismo al mismo tiempo. Además, el uso de laboratorios virtuales y simulaciones avanzadas ha permitido algo vital: cerrar la brecha entre los libros y la realidad de la planta, pero en un entorno digital seguro donde el estudiante puede experimentar y equivocarse sin riesgos. Al usar datos en tiempo real, el alumno deja de ser un espectador y empieza a diseñar soluciones para problemas industriales.

En última instancia, la Educación 4.0 busca que la universidad y el mercado laboral por fin hablen el mismo idioma. Hoy no basta con ser un experto en un solo tema; necesitamos ingenieros con perfiles transversales, que tengan una base técnica profunda pero también la capacidad de trabajar con gente de otras áreas. Aquí es donde el aprendizaje basado en proyectos toma fuerza, apoyado en infraestructuras digitales que obligan al estudiante a pensar de forma crítica y creativa. Al final, esta conexión entre la industria y la academia es la única forma de garantizar que los egresados tengan tanto la solvencia científica como la chispa práctica que exige la competitividad

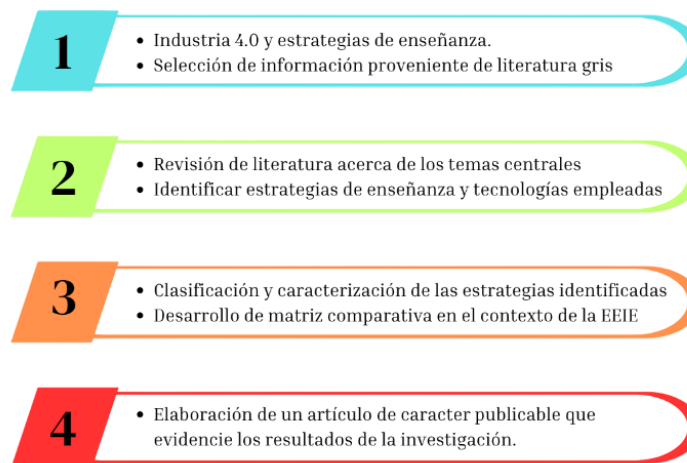
actual. (Rodríguez Sánchez et al., 2023; Huertas López et al., 2025; Lena Gumaelius et al., 2024; Boltsi, Dimitrios et al., 2025; Lourenço et al., 2022)

5 Metodología

Para el desarrollo de este proyecto de grado se tomó la decisión de separarlo en cuatro fases como se muestra en la **Figura 3**, además de adoptar el tipo de investigación exploratoria y una metodología basada en el análisis de contenidos web. Respondiendo así a cada uno de los objetivos específicos. Como estrategia metodológica, en las dos primeras fases del proyecto se formulan y abordan preguntas de investigación específicas, las cuales permiten orientar el análisis y consolidar progresivamente los resultados obtenidos.

Figura 3.

Fases del proyecto de grado.



5.1 Primera fase: Inmersión teórica proveniente de literatura gris.

En primera instancia se realizó una inmersión teórica respecto a las temáticas planteadas, efectuando para ello una revisión de información proveniente de literatura gris, sitios web

especializados y literatura científica indexada relacionada con estrategias pedagógicas y tecnologías aplicadas en la enseñanza de la Industria 4.0.

Adicionalmente, antes de abordar las temáticas se desarrolló un análisis bibliométrico exploratorio con el propósito de identificar tendencias investigativas, relaciones temáticas y patrones de co-ocurrencia dentro de la producción científica asociada al tema de estudio. Para ello, se empleó bases de datos indexadas como Scopus y la herramienta de minería y visualización de datos bibliográficos VOSviewer.

Para el desarrollo de esta fase se realizaron las siguientes actividades:

1. Búsquedas de literatura científica indexada mediante ecuaciones de búsqueda relacionadas con educación, estrategias de enseñanza e Industria 4.0 en bases de datos académicas como Scopus.
2. Procesar y depurar los registros bibliográficos obtenidos para efectuar análisis bibliométricos y construir mapas de visualización científica, redes de co-ocurrencia y relaciones temáticas mediante el software VOSviewer.
3. Buscar y seleccionar literatura gris relacionada con estrategias de pedagógicas y tecnologías aplicadas en la enseñanza de la Industria 4.0.
4. Examinar sitios web de universidades, centros de innovación educativa y entidades gubernamentales que documenten prácticas actuales de enseñanza en contextos tecnológicos avanzados.
5. Analizar las fuentes bibliográficas confirmando que se trata de información confiable, la cual permita el avance del proyecto.

5.2 Segunda fase: Revisión de literatura.

En la segunda fase del proyecto se realizó una revisión de literatura sobre estrategias de enseñanza utilizadas para temáticas relacionados con la industria 4.0 en diferentes ambientes universitarios de programas de ingeniería.

1. Recopilar artículos científicos que aborden experiencias de enseñanza en programas de ingeniería bajo el enfoque de industria 4.0.
2. Analizar las estrategias identificadas según su propósito pedagógico, tecnologías empleadas y tipo de interacción docente-estudiante.
3. Formular y responder diferentes preguntas de investigación sustantivas con el propósito de comprender de manera integral el panorama de las estrategias más efectivas y sus formas de aplicación en entornos universitarios, específicamente en carreras de ingeniería o afines.

5.3 Tercera fase: Clasificación y caracterización de las estrategias.

En la tercera fase del proyecto se clasificaron y caracterizaron las estrategias de enseñanza considerando las particularidades de los diferentes ambientes universitarios, en comparación con el de la escuela de estudios industriales y empresariales (EEIE).

1. Seleccionar universidades referentes para el análisis comparativo, considerando criterios de pertinencia académica y contextual como el carácter público o privado de la institución, similitudes en tamaño y estructura formativa, reconocimiento en procesos de innovación educativa orientados a la Industria 4.0 y diversidad geográfica. En este sentido, se incluyeron tanto referentes internacionales europeos como referentes latinoamericanos, con el propósito de garantizar variedad en los contextos analizados y favorecer una comparación más amplia y adaptable al contexto de la EEIE.

2. Establecer categorías comparativas (infraestructura, metodologías, enfoque pedagógico, recursos tecnológicos) para caracterizar las estrategias encontradas.
3. Desarrollar matrices de comparación que evidencie similitudes y diferencias entre los ambientes universitarios estudiados y la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
4. Analizar la viabilidad de transferencia y adaptación de las estrategias identificadas al contexto de la (EEIE), considerando factores como disponibilidad de infraestructura, grado de digitalización, modelo pedagógico institucional, recursos tecnológicos, nivel de articulación con el sector productivo y condiciones organizacionales propias del contexto local. Este análisis se desarrollará mediante un contraste contextual entre las características observadas en las universidades referentes y las capacidades institucionales de la EEIE, con el propósito de identificar estrategias potencialmente replicables o adaptables.

5.4 Cuarta fase: Elaboración de artículo.

El propósito de la última fase del proyecto fue elaborar un artículo de carácter publicable que evidencie los resultados de la investigación, siguiendo los parámetros y directrices requeridos.

1. Redactar el artículo organizando los hallazgos en función de los objetivos y fases de la investigación.
2. Ajustar el documento a las normas de publicación aplicables y realizar una revisión por pares antes de su envío a una revista o evento académico.

5.5 Investigación exploratoria

En general, el término investigación se refiere al conjunto de actividades sistemáticas y acumulativas destinadas a la obtención de nuevos conocimientos, por medio de las cuales se busca dar respuesta a una problemática o situación en concreto. Se caracteriza por tener objetivos muy

bien definidos que facilitan identificar la dirección o forma en que se deben abordar los contenidos. Se destaca el hecho de que las investigaciones se apoyan en gran medida en el trabajo realizado previamente por otras personas, contribuyendo así a un desarrollo incremental del conocimiento colectivo. (*Sánchez Díaz, J, s.f.; Concepto.de, s.f.*)

Ahora bien, las investigaciones se pueden clasificar en diferentes categorías, según su propósito, medios utilizados, nivel de conocimiento, campo de conocimiento, tipo de razonamiento, método utilizado, número de investigadores; cada una con diversas características y particularidades. Para entender mejor como se clasifican, se presenta la **Tabla 2**. (*Universidad Veracruzana, s.f.*)

Tabla 2.

Clasificación tipos de investigación (Elaboración propia).

Criterio de Clasificación	Tipos de Investigación
Por el propósito	Básica, Aplicada
Por los medios para obtener datos	Documental, De campo, Experimental
Por el nivel de conocimiento	Exploratoria, Descriptiva, Explicativa
Por el campo de conocimiento	Científica, Filosófica
Por el tipo de razonamiento	Espontánea, Racional, Empírico-racional
Por el método utilizado	Analítica, Sintética, Deductiva, Inductiva, Histórica, Comparativa, etc.
Por el número de investigadores	Individual, Colectiva

Otra forma de clasificarlas es según su enfoque. Mientras que las investigaciones exploratorias se centran en identificar nuevas situaciones o posibles soluciones a problemáticas, las investigaciones constructivas se encargan de la creación y el desarrollo de soluciones frente a un problema o situación real. Por último, las investigaciones empíricas son responsables de

estudiar la viabilidad de una solución específica y su aplicabilidad en un contexto determinado. (Sánchez Díaz, J., s. f.; Concepto.de, s. f.)

Puesto que la pertinencia de este proyecto de grado es tanto disciplinar como metodológica, se considera apropiado **llevar a cabo una investigación exploratoria**. No se desarrollarán herramientas enfocadas en la enseñanza, sino que se identificarán y caracterizarán. Este tipo de investigación se adapta mejor a las necesidades del proyecto, ya que se centra en el estudio de un problema del cual aún no se tienen respuestas claras, como lo es la puesta en escena de estrategias de enseñanza en ambientes universitarios vinculados con la industria 4.0. Las investigaciones exploratorias no ofrecen resultados concluyentes, pero permiten ampliar el panorama general del contexto en el que se desarrollan. Suelen llevarse a cabo cuando el problema se encuentra en una fase preliminar de análisis, y constituyen un primer acercamiento científico necesario para fundamentar investigaciones posteriores más detalladas y determinantes. (Sánchez Díaz, J., s. f.; Universidad Veracruzana, s. f.; Velázquez, s. f.)

5.6 Revisión de literatura (Metodología de análisis web)

El conocimiento científico es de carácter acumulativo, el cual a través de un proceso de refutación, aceptación y exploración produce un avance en el mismo. En términos generales, una revisión de literatura hace referencia a la acción de consultar e interpretar libros, artículos y otros documentos fácticos publicados sobre un tema en particular. Son indispensables a la hora de realizar una investigación académica o profesional, ya que esto supone un entendimiento del estado actual del conocimiento sobre un tema. Se resalta el hecho de que las herramientas tecnológicas actuales como el internet y las bases de datos han facilitado la obtención de la información, sin embargo, por la misma razón, esta gran cantidad de datos supone mejores

capacidades por parte del investigador para discernir entre lo que es relevante y lo que no. *(Silamani J. Adolf, 2015; DeCarlo, s. f.)*

Según el enfoque que se le quiera dar a una investigación, las revisiones de literatura pueden variar según sus características. A lo largo de la historia se han cuestionado las metodologías utilizadas para revisar literatura, sin embargo, hoy en día se cuenta con una variedad de ellas, siendo ocho los principales tipos. La **revisión narrativa** tiene como objetivo identificar, analizar, valorar e interpretar los conocimientos sobre un tema en específico; se debe dejar explícito la manera en la que se llegó a la información, es decir, cuáles fueron las bases de datos, qué términos, descriptores fueron usados, fecha de búsqueda y la estrategia exacta. Se suelen usar fuentes muy amplias de contenido. *(Silamani J. Adolf, 2015; DeCarlo, s. f.)*

La **revisión panorámica**, por otro lado, se centra en la síntesis de un tema determinado o de un conjunto relacionado de ellos. El objetivo es identificar rápidamente los conceptos clave y suele utilizarse cuando un tema es complejo o poco explorado, como es el caso de las estrategias de enseñanza en I4.0. En este tipo de revisiones no se sigue un protocolo establecido con anterioridad, debido a la diversidad de estudios incluidos. Visto de otra manera, esta revisión sirve para decidir si se requiere una revisión sistemática completa, ya que su mayor debilidad es no ser rigurosa en cuanto a la calidad de los estudios utilizados. *(Silamani J. Adolf, 2015)*

Finalmente, el **análisis conceptual** es un método que está orientado a revisar conceptos importantes para una disciplina con la finalidad de caracterizar y comprender mejor su significado. Una gran diferencia que tiene con respecto a otros tipos de revisión de literatura es que se apoya en la ejemplificación, por medio del análisis de casos externos se evalúa la experiencia de un tercero el cual materializó los conceptos estudiados, es decir, a través situaciones prácticas y reales se adquiere una perspectiva distinta a lo que puede llegar a ofrecer la teoría, generando un

acercamiento y dimensionamiento más profundo con respecto al contexto del investigador. *(Silamani J. Adolf, 2015)*

Además, también existen otros tipos de revisiones como la integradora, sistemática, sistematizada, revisión de revisiones o paraguas y la revisión realista. Por cuestiones de practicidad y en coherencia con que este marco teórico no pretende ser tan extenso, los demás tipos de investigaciones expuestos no serán definidos individualmente. *(Silamani J. Adolf, 2015)*

Teniendo claridad de que la industria 4.0 es un tema emergente en Colombia, se hace uso de una metodología de análisis web. Esta consiste en explorar y analizar páginas web como blogs, portales digitales y foros, los cuales aportan información a la vanguardia del estado del conocimiento o de los avances tecnológicos pertinentes. Esto, en conjunto con las revisiones bibliográficas definidas anteriormente, contribuye al análisis, que se agiliza gracias a la inmediatez y accesibilidad de las fuentes digitales. Cuenta con una estrategia de búsqueda amplia y prácticamente sin límites. Sin embargo, se debe ser precavido a la hora de desarrollar esta metodología, ya que, al no estar reguladas ni indexadas, en ocasiones las páginas web pueden no ser del todo confiables. *(Jiménez Carreira, M. 2018)*

5.7 Caracterización de las estrategias de enseñanza

La caracterización de las estrategias de enseñanza identificadas en la revisión de literatura se planteó como un proceso orientado a analizar las particularidades pedagógicas y condiciones de aplicación de cada enfoque dentro del contexto de la Industria 4.0. En este sentido, la caracterización no se limitó a una definición conceptual de las estrategias, sino que buscó identificar los elementos que las componen, sus dinámicas de implementación y su relación con distintos componentes del proceso formativo en ingeniería.

Para ello, se diseñó una matriz de caracterización construida a partir de dimensiones pedagógicas identificadas de manera recurrente en la literatura revisada y consideradas relevantes para los modelos educativos asociados a la Industria 4.0. Entre estas dimensiones se encuentran el aprendizaje activo, aprendizaje autónomo, trabajo colaborativo, contextualización industrial, uso intensivo de tecnología, enfoque práctico, pensamiento crítico, entre otras.

La matriz permitió organizar de manera sistemática la información recopilada durante la revisión documental, facilitando el análisis comparativo entre estrategias de enseñanza desde una perspectiva pedagógica común. De esta manera, se estableció una estructura de análisis que permitió identificar fortalezas relativas, similitudes y diferencias entre los distintos enfoques analizados.

La valoración de cada dimensión pedagógica se realizó mediante una escala cualitativa ordinal compuesta por tres niveles: Alto, Medio y Bajo. Esta escala fue utilizada para estimar el grado de contribución hacia cada dimensión dentro de las estrategias de enseñanza identificadas en la literatura.

Los criterios generales de valoración fueron definidos de la siguiente manera:

- **Nivel Alto:** la dimensión constituye un componente central y estructural dentro de la estrategia de enseñanza.
- **Nivel Medio:** la dimensión se encuentra presente de manera parcial o complementaria.
- **Nivel Bajo:** la dimensión presenta una presencia limitada o poco representativa dentro de la estrategia.

Adicionalmente, con el propósito de garantizar coherencia en la aplicación de la escala de valoración, se establecieron criterios específicos para cada dimensión pedagógica analizada. Estos criterios fueron organizados en una matriz metodológica incluida en los anexos del documento, donde se detallan las condiciones consideradas para asignar cada nivel de valoración según las características identificadas en la literatura revisada.

Finalmente, El instrumento diseñado corresponde a una matriz de caracterización pedagógica basada en una lógica de valoración cualitativa ordinal, tomando como referencia principios de análisis multicriterio y rúbricas analíticas aplicadas al análisis educativo. La información obtenida fue representada mediante matrices de calor construidas a partir de una codificación cromática asociada a cada nivel de valoración, facilitando así la visualización comparativa de las contribuciones pedagógicas de las distintas estrategias de enseñanza.

5.8 Clasificación de las estrategias de enseñanza

Posterior al proceso de caracterización, se desarrolla una fase de clasificación orientada a organizar comparativamente las estrategias de enseñanza identificadas en la revisión documental. Esta etapa tuvo como propósito facilitar la interpretación de los resultados mediante distintos criterios de agrupación, permitiendo analizar las estrategias no solo desde su contribución individual a las dimensiones pedagógicas, sino también desde patrones estructurales, niveles relativos de desempeño y condiciones de implementación.

La clasificación se estructuró a partir de la matriz de caracterización pedagógica previamente construida, utilizando una lógica de análisis multicriterio de carácter cualitativo-ordinal. En este sentido, las valoraciones obtenidas para cada dimensión pedagógica fueron transformadas en equivalencias numéricas con fines exclusivamente comparativos y organizacionales, asignando valores de 3 para nivel Alto, 2 para nivel Medio y 1 para nivel Bajo.

Esta conversión permitió consolidar puntuaciones globales para cada estrategia de enseñanza mediante la sumatoria de los valores obtenidos en las distintas dimensiones evaluadas. Dichas puntuaciones no fueron utilizadas como indicadores estadísticos inferenciales ni como medidas absolutas de efectividad pedagógica, sino como un recurso metodológico orientado a facilitar la comparación relativa entre estrategias dentro del contexto analizado.

A partir de estas puntuaciones, se establecieron distintos mecanismos de clasificación:

- **Clasificación por puntuación total:** orientada a identificar el nivel global de contribución pedagógica de cada estrategia mediante la sumatoria de sus valoraciones en las dimensiones analizadas.
- **Clasificación por cuartiles:** utilizada para segmentar las estrategias en grupos de desempeño relativo a partir de la distribución de sus puntuaciones totales. Esta segmentación permitió identificar estrategias con contribuciones altas, medias y bajas dentro del conjunto analizado, sin establecer relaciones de causalidad ni jerarquías absolutas.
- **Clasificación por perfiles pedagógicos:** desarrollada mediante la agrupación conceptual de dimensiones afines, permitiendo identificar patrones predominantes asociados a componentes pedagógicos activos, integración tecnológica, autonomía del estudiante, colaboración y contextualización práctica.

La utilización de múltiples criterios de clasificación respondió a la necesidad de abordar las estrategias de enseñanza desde diferentes perspectivas analíticas, reconociendo que su aporte educativo no depende exclusivamente de una puntuación global, sino también de la lógica

pedagógica que las estructura, su contexto de aplicación y las condiciones necesarias para su implementación.

6 Inmersión teórica proveniente de literatura gris

La revisión de literatura es una etapa fundamental en cualquiera de los procesos investigativos, proporciona conocimientos acerca del estado actual del conocimiento, permite identificar tendencias, enfoques recurrentes y así mismo contribuye a la creación de un marco teórico sólido.

6.1 Propósito de la inmersión teórica

La inmersión teórica en literatura gris y contenido web tiene como propósito complementar la comprensión de las estrategias de enseñanza en Industria 4.0 desde una perspectiva actual y aplicada. Esta se desarrolla con el fin de identificar tendencias emergentes, reconocer aplicaciones en contextos reales y contrastar enfoques que no siempre se evidencian en la literatura académica indexada, favoreciendo así una apropiación más a detalle del tema. Priorizando fuentes institucionales y empresariales que garanticen la pertinencia y confiabilidad de la información.

6.2 Análisis bibliométrico

Antes de presentar los resultados del análisis bibliográfico, es pertinente aclarar que se utilizaron dos ecuaciones de búsqueda diferentes, una para cada uno de los temas principales del estudio: la Industria 4.0 y las estrategias de enseñanza en ambientes universitarios. Se decidió trabajar con ecuaciones separadas porque al ser temas extensos, aporta más el hecho de analizarlos por separado y luego identificar sus posibles puntos de conexión. A continuación se presentan: las ecuaciones de búsqueda utilizadas en la plataforma *Scopus*, el mapa de visualización bibliométrica, el análisis de los indicadores, y las conclusiones generales a partir de los resultados obtenidos.

Para el diseño de ambas ecuaciones de búsqueda se seleccionaron términos que abarcasen una gran cantidad de temas, sin dejar a un lado el enfoque del proyecto y la relación que guarda cada uno de los temas centrales entre sí. Así que, de este modo la primera ecuación de búsqueda para el tema de industria 4.0 se define de la siguiente forma:

TITLE-ABS-KEY ("industry 4.0") AND ("technology") AND ("manufacturing process") AND ("digital technology"). Filtrando artículos a partir del año 2018 en adelante, obteniendo más de dos mil artículos, como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3.

Ecuación de búsqueda industria 4.0.

Términos de búsqueda	Operador lógico	Área de búsqueda
<i>Industry 4.0</i>	AND	Article title, Abstract, Keywords
<i>Technology</i>	AND	Article title, Abstract, Keywords
<i>Manufacturing process</i>	AND	Article title, Abstract, Keywords
<i>Digital technology</i>	AND	Article title, Abstract, Keywords
Años: 2018 - 2025	Plataforma: Scopus	Resultados: 2144 documentos

Con respecto al tema de estrategias de enseñanza utilizadas en ambientes universitarios, se utilizó la siguiente ecuación de búsqueda:

TITLE-ABS-KEY ("teaching strategies") AND ("teaching methods") AND ("university") AND ("engineering"). No se filtran artículos según el año, sin embargo se evidencia una creciente a partir del año 2000 en adelante. Se obtienen más de mil artículos relacionados con las palabras clave.

Tabla 4.

Ecuación de búsqueda estrategias de enseñanza.

formadas; las temáticas de color rojo incluyen los términos *student performance*, *teachers*, *evaluation methods* e *innovative teaching*. Se evidencia una tendencia hacia la evaluación docente y la mejora del rendimiento estudiantil. El color azul agrupa investigaciones sobre diseño curricular y experiencia educativa, con términos como *teaching and learning* y *undergraduate students*. El verde, en cambio, vincula la formación en ingeniería con sostenibilidad y gestión de riesgos, a través de conceptos como *project management* y *sustainable development*.

En la **Figura 7**, no se presenta un mapa de calor sino un análisis temporal, donde los colores indican el año de publicación de cada artículo, en una escala que va del color azul al amarillo, este último representando los años más recientes. Conceptos como *active learning*, *learning strategy*, *artificial intelligence* y *student satisfaction* están de tonalidades amarillas, representando su relevancia en la investigación en los últimos años. Contrario a términos como *efficiency*, *engineering course*, o *student feedback* aparecen con tonalidades más frías, lo que da a entender que su uso fue más frecuente en años anteriores.

Tabla 5.

Indicadores industria 4.0 (Extraídos de VOSviewer).

<i>Palabra clave</i>	<i>Cluster</i> <i>(Categoría)</i>	<i>Links (Conexión)</i>	<i>Occurrences</i> <i>(Frecuencia)</i>	<i>Avg, Citations</i>
industry 4.0	1	635	832	330,132
smart manufacturing	8	523	317	267,539
internet of things	3	488	205	42,922
digital transformation	1	468	215	274,326
industrial research	1	464	195	458,821
manufacturing process	5	462	194	323,918
decision making	6	449	163	328,712
digital technologies	1	421	187	24,861
embedded systems	3	414	166	394,036

industrial revolutions	3	412	152	154,211
artificial intelligence	4	365	95	28
digital twin	2	358	114	516,316
digital storage	3	357	106	225,094
data analytics	6	353	101	341,386
sustainable development	1	346	112	484,732
engineering education	2	338	95	334,737
manufacture	6	333	114	420,263
manufacturing industries	1	333	110	355,545
competition	1	333	105	33,219

La **Tabla 5** contiene indicadores básicos sobre la bibliografía relacionada con industria 4.0, refleja una actividad investigadora caracterizada por un volumen considerable de publicaciones y una alta conectividad entre conceptos clave. Se identifican temáticas fuertemente relacionados como *smart manufacturing*, *internet of things* y *digital transformation*, que en conjunto con sus conexiones (Links) y clasificación por categorías forman una estructura amplia y multidisciplinaria. La producción científica es alta, con promedios de citación que incluso llegan a superar los 300 en algunos términos, así mismo se nota una evolución reciente en los temas emergentes, especialmente en “*smart manufacturing*”, cuyo año promedio de publicación 2023 (Excel adjunto) muestra una tendencia hacia estos temas. Los resultados permiten valorar el impacto y madurez de las temáticas a través del tiempo. Se resalta el hecho de que hay más de 100.000 artículos que contienen “Industria 4.0”, debido al objetivo del proyecto se aplicaron filtros, dejando así alrededor de 2000 de estos.

Tabla 6.

Indicadores estrategias de enseñanza (Extraídos de VOSviewer).

<i>Palabra clave</i>	<i>Cluster (Categoría)</i>	<i>Links (Conexión)</i>	<i>Occurrences (Frecuencia)</i>	<i>Avg. Citations</i>
teaching	6	318	517	69,381
students	6	318	522	52,816
engineering education	1	314	534	45,019
curricula	3	308	300	55,233
learning systems	5	242	145	58,069
education	7	224	151	116,821
education computing	1	208	92	63,478
e-learning	3	203	107	5,514
surveys	6	169	60	98,667
teaching methods	1	160	64	25,312
engineering research	1	152	53	33,585
professional aspects	9	141	60	49,167
personnel training	1	137	47	45,957
artificial intelligence	5	136	47	47,234
technical presentations	9	136	43	41,628
computer aided instruction	5	135	43	38,837
teaching and learning	8	133	41	39,756
high educations	1	109	42	10,952
problem solving	6	108	40	11,7

La **Tabla 6** presenta indicadores sobre la bibliografía en estrategias de enseñanza dentro de un contexto universitario. Se resalta la actividad investigadora representada por altos niveles de conectividad entre términos como *engineering education*, *education computing* y *e-learning*, los cuales destacan por su elevada frecuencia de aparición. Los promedios de citación superan los 50 en varios casos, lo cual puede llegar a ser considerado como relevante dentro de la comunidad académica. Asimismo, el análisis temporal indica que estas temáticas han ganado fuerza especialmente desde el año 2016 en adelante, con énfasis en las líneas de investigación en educación vinculada con la transformación digital. Se reitera la presencia de un menor volumen

de artículos en comparación con el tema de Industria 4.0, contando con aproximadamente 23.000 publicaciones que abordan exclusivamente estrategias de enseñanza en ambientes universitarios.

6.3 Revisión y análisis web

Dada la naturaleza de la temática de este proyecto de grado, se optó por hacer uso de la literatura gris disponible en páginas web de dominio público. Por esta razón es necesaria la validación de dichas páginas, las cuales serán utilizadas en el desarrollo de este trabajo, de este modo se asegura que todo el contenido aporta valor, está a la vanguardia y servirá como base de este proyecto.

6.3.1 Estrategia de búsqueda

A la hora de realizar la búsqueda de información se utilizó como motor el navegador Google Chrome, enfocado principalmente hacia la obtención de portales web que tengan la divulgación del conocimiento como fin común, que hablen acerca de las estrategias de enseñanza de temáticas relacionadas a la industria 4.0.

Se opta por emplear una cadena de búsqueda derivada de una ecuación específica y delimitada (El conector “AND” se encuentra implícito en Google), como se muestra en la **Tabla 7**:

Tabla 7.

Cadena de búsqueda Google.

Ecuación base	"Industria 4.0" "educación superior" "estrategias de enseñanza" "tecnologías emergentes"	Resultados: 150
Búsqueda 2	"Industria 4.0" "estrategias de enseñanza" "tecnologías emergentes"	Resultados: 166
Búsqueda 3	"estrategias de enseñanza" "tecnologías emergentes"	Resultados: 197

Desde: enero 2019	Hasta: agosto 2025	Total resultados:
		513

Si bien la ecuación de búsqueda puede parecer breve y general, extenderla demasiado la habría vuelto restrictiva, ya que Google solo mostraría resultados que incluyeran todas las palabras clave de forma exacta. Con la cantidad de términos seleccionados se logra un equilibrio adecuado, permitiendo obtener un volumen amplio de resultados que posteriormente son clasificados y filtrados.

6.3.2 Criterios de inclusión

Una vez definida la ecuación de búsqueda, esta se ejecuta en el navegador y a partir de los resultados obtenidos se desarrolla un proceso de revisión en el que los sitios son clasificados, organizados y en caso de ser necesario, descartados. Para ello resulta fundamental establecer criterios de inclusión que actúen como filtros de selección, como se muestra en la **Tabla 8**. Cabe resaltar la notable presencia de páginas que contienen, en su mayoría, artículos científicos.

Tabla 8.

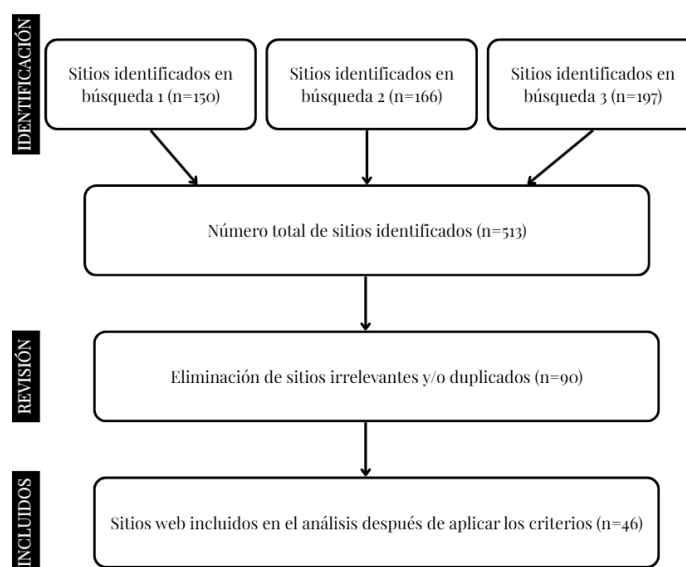
Criterios de inclusión.

<i>Criterio de inclusión</i>
Páginas web pertenecientes a universidades
Páginas web de empresas
Estudios con enfoque cuantitativo o cualitativo
Contenido relacionado con la educación superior
Contenido vinculado a la Industria 4.0

Ya definidos los criterios, estos se aplicaron para identificar los sitios de interés y descartar aquellos que no resultaban pertinentes, como se describe en la **Figura 8**. Este proceso se desarrolló en tres etapas: identificación, revisión e inclusión, tal como se presenta en la figura siguiente. Adicionalmente, se anexa un archivo en Excel con el listado de los sitios seleccionados.

Figura 8.

Proceso de búsqueda y revisión de sitios web.



Finalmente, una vez identificados y clasificados los 46 sitios web de acuerdo con su temática y categoría, se procede a realizar un análisis detallado de cada uno de ellos. Este proceso implica revisar de manera individual el contenido disponible en cada portal, valorando su pertinencia frente a los objetivos de la investigación, la actualidad de la información y la confiabilidad de la fuente.

Con el fin de garantizar un proceso más organizado y comprensible, se dividió el análisis en dos enfoques: cuantitativo y cualitativo. A partir de esta estructura, se formularon un total de

nueve preguntas, las cuales fueron clasificadas según temas de análisis específicos, como se muestra a continuación en la **Tabla 8** y **Tabla 9**.

Tabla 9.

Preguntas de análisis cuantitativo.

<i>Análisis cuantitativo</i>	
<i>Tema de análisis</i>	<i>Pregunta de investigación</i>
Tipo de fuente	¿Cuál es el tipo de fuente que se encuentra en mayor cantidad dentro de la cadena de búsqueda?
Tecnología 14.0 tratada	¿Con que frecuencia son mencionadas o utilizadas tecnologías propias de la industria 4.0?
Estrategia didáctica	¿Qué estrategias de enseñanza se reportan con mayor frecuencia (Laboratorios remotos, simulación, casos de estudio, exposiciones etc.)?
Modalidad	¿Las experiencias reportadas son presenciales, híbridas, virtuales, laboratorio físico, laboratorio remoto, maker/impresión 3D?
Evidencia empírica	¿Qué nivel de evidencia reporta el sitio (opinión, caso descriptivo, piloto, cuasiexperimental, revisión)?

Tabla 10.

Preguntas de análisis cualitativo.

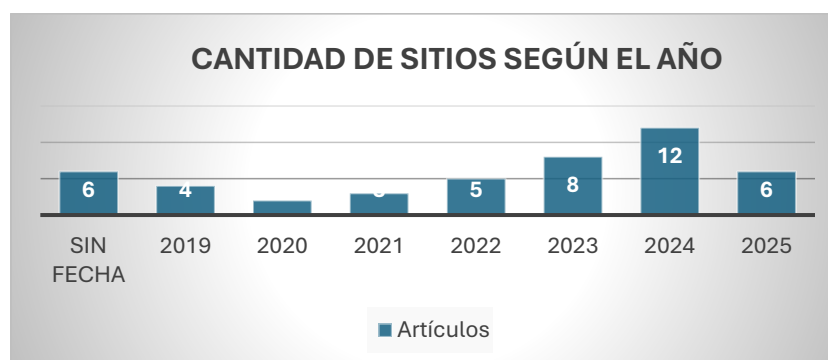
<i>Análisis cualitativo</i>	
<i>Tema de análisis</i>	<i>Pregunta de investigación</i>
Problemática central	¿Qué problema educativo declaran atender los sitios web? (brecha de habilidades I4.0, actualización docente, infraestructura, evaluación por competencias, vínculo con industria)
Profundidad de integración	¿El uso tecnológico es instrumental o integrador (superficial / medio / profundo)?

Evidencias y Replicabilidad	¿Qué resultados se reportan y con qué instrumentos o indicadores, y en qué medida dichos resultados son acompañados de guías, rúbricas o materiales que permitan su replicabilidad y transferencia a otros contextos universitarios?
Tendencias y huecos	¿Qué tecnologías/estrategias están sobrerrepresentadas y cuáles escasean? ¿Posible razón?

En este punto, en el que ya se han definido los ejes del análisis web, resulta pertinente complementar con una visualización de la distribución temporal de los sitios identificados. Para ello, se elaboró la **Figura 9** que presenta la cantidad de sitios web según su año de publicación, lo cual resulta relevante porque permite identificar tendencias de crecimiento, como se muestra a continuación. Este insumo inicial contribuye a contextualizar la evolución de la información recopilada y funciona como punto de partida para dar respuesta, de manera ordenada, a las preguntas de análisis planteadas en las **REF _Ref207881117 \h * MERGEFORMAT** y **referencia..**

Figura 9.

Cantidad de sitios web según su año de publicación.



6.3.3 Preguntas de investigación

A continuación, se abordan preguntas de investigación tanto cuantitativas como cualitativas, con el objetivo de obtener conclusiones sobre el contenido web disponible hasta la fecha en el motor de búsqueda.

Preguntas de análisis cuantitativo

¿Cuál es el tipo de fuente que se encuentra en mayor cantidad dentro de la cadena de búsqueda?

De los 46 sitios web analizados a partir de la cadena de búsqueda, se identificaron **25 portales universitarios, 8 portales empresariales y 12 de carácter divulgativo**, enfocados tanto en las tecnologías propias de la Industria 4.0 como en estrategias de enseñanza. Este hallazgo no resulta sorprendente, ya que las universidades son las principales responsables de promover nuevas formas de enseñanza y de garantizar su vigencia en un entorno tecnológico en constante transformación.

¿Con que frecuencia son mencionadas o utilizadas tecnologías propias de la industria 4.0?

Al analizar las tecnologías vinculadas a la Industria 4.0, se observó una jerarquía clara en su relevancia: la **Inteligencia Artificial** encabeza la lista con 24 menciones, seguida de cerca por el **Big Data** en 22 casos, mientras que la **realidad aumentada y virtual** aparecen en 14 registros. El hecho de que estas herramientas predominen sugiere que son percibidas como los pilares de mayor impacto actual, lo que las convierte en activos estratégicos para su integración en el entorno universitario. Un detalle relevante del análisis es que la mayoría de las fuentes ya no cuestionan el uso de las **TIC** (Tecnologías de la información y las comunicaciones); por el contrario, las asumen como un cimiento elemental y obligatorio en la educación superior de hoy.

¿Qué estrategias de enseñanza se reportan con mayor frecuencia (Laboratorios remotos, simulación, casos de estudio, exposiciones etc.)?

Aunque la clase magistral ha sido históricamente el pilar de la academia, los datos actuales confirman que no es precisamente la ruta más efectiva hacia un aprendizaje significativo. El análisis de las fuentes revela un giro interesante hacia el aprendizaje personalizado (19 menciones), un enfoque que nace de una premisa básica pero potente: cada estudiante procesa la información de forma distinta, chocando con la enseñanza homogénea tradicional. En esta misma línea, estrategias como la gamificación (14 menciones) y el aprendizaje colaborativo (11 menciones) ganan terreno al priorizar la diferenciación cognitiva y la creación de experiencias diversas. El reto no es desaparecer la lección magistral, sino despojarla de su exclusividad, entendiendo que el conocimiento cala más hondo cuando el estudiante deja de ser un receptor pasivo para convertirse en el protagonista de su propio aprendizaje.

¿Las experiencias reportadas son presenciales, híbridas, virtuales, laboratorio físico, laboratorio remoto, maker/impresión 3D?

Tras la pandemia por COVID-19, el entorno académico conoció el potencial de la virtualidad. Incluso después de casi seis años, las herramientas digitales continúan siendo un recurso clave para la enseñanza de asignaturas. Este hecho explica por qué al analizar los sitios web, se observa que la mayoría reportan experiencias en modalidad virtual o híbrida (36 sitios web). Asimismo, resulta evidente que el paradigma educativo actual se orienta hacia modelos híbridos, en los que lo presencial sigue siendo un componente esencial, pero complementado con lo virtual, lo cual promete generar resultados igualmente efectivos en los procesos de aprendizaje.

¿Qué nivel de evidencia reporta el sitio (opinión, caso descriptivo, piloto, cuasiexperimental, revisión)?

Del análisis web se identificaron **21 sitios de opinión**, los cuales presentan descripciones o posturas críticas frente a una temática o problemática específica, aunque en la mayoría de los casos carecen de un soporte referencial sólido. Por otro lado, se registraron **19 sitios de revisión**, caracterizados por un respaldo bibliográfico más estructurado y sistemático. Finalmente, se hallaron **6 casos descriptivos**, orientados a la aplicación o propuesta de herramientas para la mejora de la educación mediante el uso de tecnologías emergentes (Principalmente en América latina). De este panorama se desprende que son pocas las instituciones educativas que sustentan sus modelos pedagógicos a través de páginas web. Tal como se mencionó previamente, la mayor parte de los aportes documentados proviene de literatura científica, lo que evidencia que, si bien se están desarrollando esfuerzos en pro de la enseñanza de temáticas relacionadas con la industria 4.0, no es común encontrar un soporte formal en sitios web.

Preguntas de análisis cualitativo

¿Qué problema educativo declaran atender los sitios web? (brecha de habilidades I4.0, actualización docente, infraestructura, evaluación por competencias, vínculo con industria)

Existen diversos enfoques y problemáticas señalados en cada uno de los artículos, sin embargo, todos coinciden en que la educación atraviesa una transformación impulsada por la industria 4.0 y la digitalización. En múltiples sitios web se evidencia la brecha entre las habilidades que actualmente demanda la industria y los contenidos que se imparten en las universidades, lo que refleja la necesidad de alinear las competencias de los profesionales con las requeridas en el ámbito laboral.

En el análisis web se identifica la intención de aplicar enfoques pedagógicos orientados hacia este propósito, haciendo énfasis en el modelo STEM, que integra diversas disciplinas para dotar al estudiante de la capacidad de resolver problemas complejos y modernos. Así mismo, las instituciones también detectan carencias en competencias digitales tanto en estudiantes como en docentes, lo que refuerza la importancia de promover una alfabetización digital que comience por el profesorado.

Un aspecto que no se repite con tanta frecuencia es la creación de estándares en las instituciones de educación superior. La ausencia de normativas en este campo limita la adopción generalizada de nuevas prácticas y limita el avance académico a nivel nacional.

¿El uso tecnológico es instrumental o integrador (superficial / medio / profundo)?

Una vez analizados individualmente los sitios web, se observa que no todos muestran un uso tecnológico profundo o integrador, aunque sí se proyecta avanzar hacia ello en el corto y mediano plazo. Al no existir límites geográficos, los artículos describen realidades diversas y complejas, con características particulares. En algunos casos, la tecnología se emplea únicamente como una herramienta básica que reemplaza recursos análogos, como sucede con el e-learning, utilizado para facilitar materiales multimedia que antes se entregaban impresos en clase.

Un aspecto común en la mayoría de los artículos es la orientación hacia un aprendizaje autónomo y personalizado (Esto se confirma en el análisis cuantitativo), en el que el docente asume el rol de facilitador del conocimiento y guía del proceso, apoyado en la inteligencia artificial y el análisis de datos. Asimismo, se destacan con frecuencia estrategias orientadas al aprendizaje activo, como el aula invertida y el aprendizaje basado en proyectos.

¿Qué resultados se reportan y con qué instrumentos o indicadores, y en qué medida dichos resultados son acompañados de guías, rúbricas o materiales que permitan su replicabilidad y transferencia a otros contextos universitarios?

En algunos artículos se evidencian resultados en forma de guías o modelos replicables que contribuyen a mejorar ciertos aspectos de la enseñanza, no obstante, se trata de minorías. Los sitios web en general se enfocan en la educación en términos amplios, más que en la enseñanza de tecnologías propias de la Industria 4.0. Esta situación puede explicarse porque la mayoría de los textos corresponden a artículos informativos o revisiones de literatura, y no a estudios aplicados. Se espera obtener resultados más específicos y profundos en la revisión de literatura que se desarrollará posteriormente.

En cuanto a los instrumentos más utilizados, sobresale la gamificación, ya que, al ser práctica e interactiva, favorece la asimilación de información por parte de los estudiantes, sin embargo, este recurso requiere un diseño previo cuidadoso para asegurar su correcta aplicación y comprensión. Aunque aparecen con menor frecuencia en el análisis web, las pizarras interactivas también se consideran como una herramienta con gran potencial educativo, pero su elevado costo limita su adopción generalizada.

¿Qué tecnologías/estrategias están sobrerrepresentadas y cuáles escasean? ¿Posible razón?

Las tecnologías más destacadas o utilizadas en este análisis web son, la inteligencia artificial (Particularmente el aprendizaje automático), la realidad virtual y/o aumentada, así como las plataformas de e-learning. En contraste, la ciberseguridad y el blockchain son menos empleados en los artículos revisados. En cuanto a las estrategias más utilizadas, sobresalen el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje personalizado y el aprendizaje basado en proyectos.

Las diferencias en la frecuencia de uso pueden deberse a diversos factores: algunas tecnologías no generan tanta novedad o atractivo tecnológico, otras presentan dificultades para medir resultados o escalabilidad, así como una compleja aplicación pedagógica. También influye la limitada inversión destinada a mejorar las condiciones académicas y los instrumentos pedagógicos.

Conclusión

A partir del análisis de contenido proveniente de literatura gris y sitios web especializados, fue posible identificar diversas tendencias en la manera en que la educación superior aborda las exigencias de la Industria 4.0. Se observa que las universidades han venido incorporando discursos y propuestas orientadas hacia modelos pedagógicos que promueven el aprendizaje colaborativo, activo y el uso de entornos híbridos. No obstante, la revisión también evidencia limitaciones importantes, ya que gran parte de la información disponible presenta un carácter descriptivo o basado en opiniones, con escasa profundización metodológica. Asimismo, el uso de la tecnología tiende a abordarse desde una perspectiva principalmente instrumental, y se identifica una limitada sistematización de experiencias que permitan su replicabilidad. En este sentido, más que establecer conclusiones definitivas, los hallazgos permiten reconocer vacíos y oportunidades de análisis en torno a la relación entre el ámbito académico y las demandas del sector productivo.

7 Revisión de literatura

7.1 Propósito

La revisión de literatura desarrollada se alineó con los objetivos del proyecto, orientados a la identificación y caracterización de estrategias enfocadas en la enseñanza de la industria 4.0 en contextos universitarios de ingeniería con el fin de contrastar con la EEIE. Los resultados

obtenidos constituyen un punto de partida para el macroproyecto que busca crear un laboratorio especializado en esta temática. En esta fase se priorizó el uso de literatura académica indexada en bases de datos reconocidas, como Scopus, que ofrece respaldo y rigor científico.

7.2 Estrategia de búsqueda

Como se ha mencionado anteriormente, el motor de búsqueda empleado para obtener literatura académica sobre estrategias de enseñanza en el ámbito de la industria 4.0 fue *Scopus*. Para ello, se estableció una ecuación de búsqueda, descrita en la **Tabla 11** que agrupa diversas palabras clave relacionadas con ambos ejes temáticos, con el propósito de vincular los conceptos de manera coherente. Adicionalmente, se aplicó un filtro para mostrar únicamente artículos académicos, garantizando así una selección más precisa y pertinente de las fuentes (Se excluyeron otros tipos de documentos).

Tabla 11.

Ecuación de búsqueda revisión de literatura.

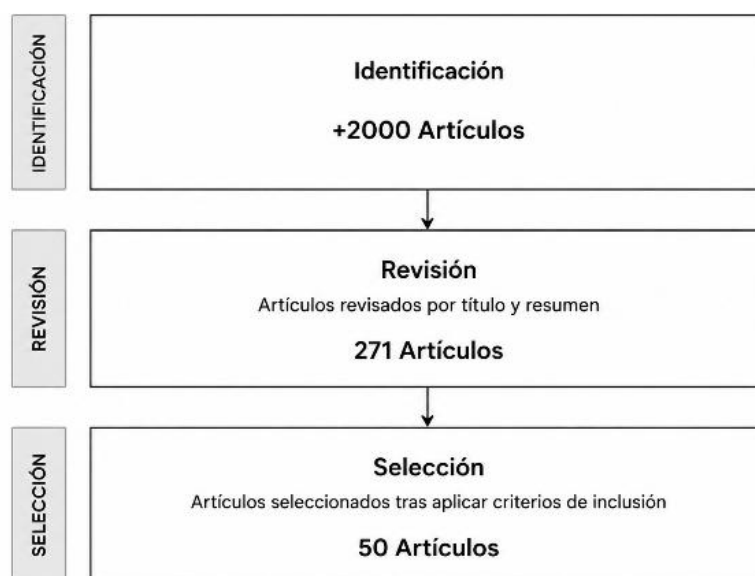
Términos de búsqueda	Operador lógico	Área de búsqueda
"Teaching strategies"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Teaching methods"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Pedagogical approaches"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Learning methodologies"	AND	Article title, Abstract, Keywords
"University"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Engineering education"	AND	Article title, Abstract, Keywords
"Industry 4.0"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Digital technology"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Manufacturing process"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Digital transformation"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Smart manufacturing"	OR	Article title, Abstract, Keywords
"Automation"	OR	Article title, Abstract, Keywords

"Technological innovation"	-	Article title, Abstract, Keywords
Años: 2020 - 2026	Plataforma: Scopus	Resultados: 638 documentos
Resultados después de filtrar por artículo: 271		

Como se muestra en la **Tabla II**, tras aplicar distintos filtros a la base de datos se obtuvo un número considerable de artículos potencialmente relevantes, **271** documentos relacionados con las temáticas centrales del estudio. Se revisaron individualmente los títulos y resúmenes, y posteriormente se aplicaron criterios de inclusión con el fin de seleccionar aquellos trabajos que realmente aportan al desarrollo del proyecto. Posteriormente, se realizó una revisión individual de los títulos y resúmenes de cada documento con el fin de identificar aquellos con mayor pertinencia para la investigación; finalmente, mediante la aplicación de criterios de inclusión, se seleccionaron **50 artículos relevantes** para el desarrollo del proyecto y la creación del laboratorio.

Figura 10.

Selección de artículos científicos.



7.3 Criterios de inclusión

Una vez identificados los documentos potencialmente relevantes en la base de datos, se procedió a formular y aplicar criterios de inclusión, definidos en la **Tabla 12**, para garantizar la pertinencia y calidad de la información analizada.

Tabla 12.

Criterios de inclusión revisión de literatura.

Criterio	Inclusión
Periodo de publicación	Publicados entre los años 2020 y 2025.
Tipo de documento	Artículos científicos de acceso abierto (Open access).
Área temática	Estudios relacionados con ingeniería o con la educación en ingeniería.
Accesibilidad	Documentos con texto completo disponible en línea.
Relevancia temática	Artículos que aborden tecnologías I4.0, metodologías o aplicaciones técnicas.

En primera instancia, se filtraron los resultados para conservar únicamente artículos científicos de acceso abierto, excluyendo libros, ponencias, informes técnicos y documentos de pago. Posteriormente, se seleccionaron aquellos estudios enfocados en la ingeniería o relacionado. Asimismo, se verificó que los documentos contaran con texto completo disponible en línea. Finalmente, se priorizaron los artículos que trataran tecnologías propias de la industria 4.0.

7.4 Preguntas de investigación

A continuación, se formulan y responden un total de 6 preguntas de investigación, clasificadas en enfoques cuantitativos y cualitativos. Las respuestas obtenidas permiten identificar, a partir de la revisión de literatura, las estrategias de enseñanza más relevantes en el contexto de la Industria 4.0, con el propósito de analizar su posible replicación en la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la Universidad Industrial de Santander (UIS).

Preguntas cualitativas

¿Cómo se han integrado las tecnologías emergentes asociadas a la Industria 4.0 en las estrategias pedagógicas de los programas universitarios de ingeniería?

La implementación de tecnologías emergentes en las universidades es un proceso de transformación digital, el cual va mucho más allá de incorporar herramientas al aula de clase; requiere un cambio sustancial en la pedagogía y en la estructura de los programas académicos. En otras palabras, requiere que se incluyan desde la etapa de formulación de cada curso académico y no simplemente adherirlas a programas ya establecidos.

Ahora bien, de la revisión de literatura realizada se puede destacar la aplicación de tecnologías como el IoT, inteligencia artificial y los gemelos digitales, las cuales se han empezado a integrar satisfactoriamente en los planes de estudio de las distintas universidades, por medio de la actualización de laboratorios y la transición hacia metodologías activas. Sin embargo, la inclusión de estas tecnologías no es algo que suceda esporádicamente, requiere una considerable inversión económica y reformulación curricular.

El caso del IoT es uno de los más llamativos debido a la necesidad existente de actualizar los laboratorios universitarios, los cuales tienen como finalidad formar profesionales con

capacidades coherentes al entorno cambiante que hoy por hoy se vive en la industria. La revisión realizada describe la manera en que distintas instituciones llevan a cabo la implementación del IoT a los ambientes universitarios, haciéndolo por medio de laboratorios capaces de operar remotamente, evadiendo restricciones geográficas o temporales por parte de los estudiantes; permitiendo así que los alumnos manipulen y estudien procesos reales por medio de espacios equipados con sistemas hidráulicos y arquitecturas ciberfísicas. Se documenta la utilización de plataformas de bajo costo como *Arduino* para promover la experimentación, lo cual termina encaminando el plan de estudios hacia una metodología basada en proyectos, en la que se integra la construcción colaborativa de sistemas IoT como parte del desarrollo curricular. (*Boltsis et al., 2025*)

Por otro lado, la implementación de inteligencia artificial en entornos académicos se posiciona como una herramienta enfocada hacia la personalización del proceso de aprendizaje, a través de sistemas adaptativos que analizan el progreso del estudiante y se ajustan automáticamente a su trayectoria formativa; El MIT ha desarrollado asistentes basados en IA, con el propósito de enmarcar a la industria 4.0 en el contexto de la educación superior, ofreciendo apoyo práctico a los estudiantes en su formación de decodificación. (*Varhata et al., 2025*)

Los gemelos digitales son una de las tecnologías más disruptivas tanto para la industria como para la academia, debido a su fiel representación de sistemas industriales reales mediante modelos virtuales. Esto abre la puerta a nuevas experiencias de aprendizaje, en las que la práctica es el eje central. Según la revisión de la literatura, una de las aplicaciones más destacadas corresponde al desarrollo, por parte de estudiantes, de un gemelo digital basado en el sistema de información de una empresa industrial, orientado al monitoreo del estado tensodeformacional de

una viga. Esta experiencia genera escenarios de aprendizaje en los que los estudiantes ejercitan el análisis crítico y fortalecen sus habilidades metacognitivas. *(Sin & Istratova, 2024)*

¿Qué estrategias de enseñanza específicas han demostrado mayor efectividad en cuanto a conceptos propios de la Industria 4.0 en la educación superior?

De la revisión realizada se puede afirmar que, la enseñanza de la Industria 4.0 alcanza su mayor efectividad cuando se aleja de lo tradicional para centrarse en el estudiante. Metodologías como el aprendizaje basado en proyectos y problemas se perfilan como las estrategias más sólidas, especialmente cuando se integran con herramientas como el IoT, la inteligencia artificial y los sistemas ciberfísicos en escenarios que simulan la realidad industrial. Esta combinación no solo impulsa las competencias técnicas y cognitivas, sino que eleva la motivación y el rendimiento académico al trabajar sobre contextos tangibles. Por otro lado, enfoques como la gamificación y los juegos pedagógicos han probado ser aliados clave para desmitificar sistemas tecnológicos complejos, logrando que el estudiante se apropie de los estándares industriales de una manera más natural y comprometida. *(Rodriguez-Sanchez et al., 2024)*

Alineado con lo anterior y según *Lourenço et al. (2025)*, el modelo de aula invertida ha mostrado alta efectividad en la enseñanza de programación y analítica avanzada, al optimizar el tiempo presencial para la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento, en especial cuando se implementa en conjunto con plataformas digitales que gestionan el aprendizaje (LMS). Asimismo, el uso de gemelos digitales y simulaciones inmersivas permite la comprensión profunda de sistemas industriales complejos mediante entornos virtuales seguros y de bajo costo, alineados con prácticas reales de ingeniería. En conjunto, la evidencia señala que la integración de estas estrategias en modelos híbridos constituye el enfoque pedagógico más eficaz para la enseñanza de la Industria 4.0 en la educación superior. *(Laurson & Ryberg, 2025)*

Si bien las metodologías tradicionales continúan desempeñando un papel relevante en los procesos de enseñanza, su aporte resulta más limitado en comparación con enfoques activos e interactivos. Estrategias como el debate, el trabajo en grupo y las clases magistrales contribuyen a la organización conceptual y a la transmisión de conocimientos teóricos; sin embargo, presentan restricciones al momento de abordar tecnologías asociadas a la Industria 4.0, las cuales demandan entornos de aprendizaje más dinámicos, prácticos y contextualizados. No obstante, es importante destacar el alto valor de las plataformas digitales de gestión del aprendizaje (LMS), las cuales facilitan la estructuración, el acceso y el seguimiento del proceso formativo, potenciando incluso la implementación de estas estrategias tradicionales. *(Boltsis et al., 2025; Sharif & Uckelmann, 2024)*

¿Cuáles son los principales desafíos pedagógicos, tecnológicos y organizacionales que enfrentan las universidades al incorporar tecnologías de la Industria 4.0 en el proceso de enseñanza-aprendizaje, qué tendencias se identifican en la literatura sobre las estrategias utilizadas en la formación de ingenieros en este contexto?

La incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 en la educación superior supone una transformación sistémica del proceso de enseñanza-aprendizaje, como se dijo anteriormente, esto va más allá de la simple digitalización de contenidos. La literatura revisada permite identificar desafíos pedagógicos asociados a la gestión de la carga cognitiva en entornos tecnológicos complejos, la transición desde modelos tradicionales hacia metodologías activas, y la necesidad de fortalecer la alfabetización digital crítica. Asimismo, se reconoce la importancia de atender el bienestar socioemocional y la motivación estudiantil ante escenarios de virtualización intensiva y sobreexposición informativa. *(Lourenço et al., 2025; Romero Carbonell et al., 2023; Hazrat et al., 2023)*

En el plano tecnológico y organizacional, los estudios coinciden en que las universidades navegan entre limitaciones de presupuesto e infraestructura. Implementar herramientas de vanguardia, como gemelos digitales, laboratorios remotos o analítica con IA, conlleva costos elevados y retos complejos en seguridad y privacidad. A esto se le suma una barrera institucional difícil de ignorar: la resistencia al cambio y unos sistemas de evaluación que parecen desconectados de las estrategias de enseñanza modernas. Sin una capacitación docente constante que logre unir lo técnico con lo pedagógico, la adopción de estas tecnologías difícilmente será sostenible (Lourenço et al., 2025; Gumalius et al., 2024).

A pesar de estos obstáculos, se observa un interés creciente por personalizar el aprendizaje a través de la inteligencia artificial y por borrar las fronteras entre los entornos físicos y digitales. Estrategias como la gamificación aparecen aquí como una respuesta clave para reavivar la motivación en el estudiantado (Lourenço et al., 2025; Laurensen & Ryberg, 2025).

¿De qué manera los docentes han adaptado su rol y sus competencias pedagógicas ante la incorporación de herramientas tecnológicas avanzadas en los entornos educativos, y cómo se han transformado los modelos de evaluación asociados a estos procesos?

El rol del docente se ha visto transformado debido a la incorporación de herramientas tecnológicas avanzadas en los entornos educativos, impulsada por la convergencia entre la digitalización y los cambios estructurales en los modelos de enseñanza. En este sentido, el docente ha dejado de desempeñar un papel centrado exclusivamente en la transmisión de contenidos para asumir funciones de facilitador y mediador del aprendizaje, orientando a los estudiantes en procesos de resolución de problemas, aprendizaje autónomo y aplicación práctica del conocimiento. (Benis Arriel, et al., 2021; Zaher, A.A., et al., 2023)

Paralelamente, las competencias pedagógicas docentes deben ampliarse hacia una integración más compleja entre el conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico, tal como lo plantea el modelo TPACK. Más allá del manejo instrumental de las tecnologías, los docentes han desarrollado habilidades asociadas a la flexibilidad metodológica, el pensamiento crítico digital y la selección estratégica de herramientas como plataformas digitales, simuladores o sistemas basados en inteligencia artificial. Estas competencias permiten adaptar los procesos de enseñanza a entornos presenciales, virtuales e híbridos, manteniendo la coherencia pedagógica *(Sánchez Anna, et al., 2023; Noguera et al., 2022)*

En cuanto a los modelos de evaluación, se observa una transición desde esquemas predominantemente sumativos hacia enfoques de evaluación formativa y por competencias, apoyados por tecnologías digitales. La evaluación se orienta progresivamente a la valoración de evidencias y productos tangibles del aprendizaje, como proyectos, prototipos o desarrollos aplicados, especialmente en disciplinas de ingeniería. Asimismo, el uso de herramientas de analítica de aprendizaje, retroalimentación continua y coevaluación contribuye a un seguimiento más integral del desempeño estudiantil, alineando los procesos evaluativos con las demandas de los entornos educativos y productivos contemporáneos. *(Cosi Sandra, et al., 2020; Rodriguez S. Cristina, et al., 2024)*

Conclusión cualitativa

En síntesis, la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0 en la educación superior de ingeniería no constituye únicamente la utilización de herramientas digitales, sino una transformación estructural de los modelos pedagógicos, curriculares y organizacionales. La literatura especializada converge en que el despliegue de Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial y Gemelos Digitales requiere una articulación estratégica desde la planificación

curricular, sustentada por inversiones institucionales que permitan responder a las dinámicas del entorno industrial contemporáneo.

En este contexto, las estrategias pedagógicas con mayor impacto son aquellas orientadas a la acción y centradas en el estudiante, tales como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), la gamificación, el aula invertida y el uso de entornos inmersivos. Estas metodologías, al integrarse en modelos híbridos y plataformas de gestión del aprendizaje, potencian el desarrollo de competencias técnicas, cognitivas y metacognitivas, incrementando significativamente la motivación y el desempeño académico. Por el contrario, si bien la enseñanza tradicional aporta una base conceptual necesaria, su alcance resulta limitado frente a los requerimientos prácticos y el dinamismo de la industria actual.

No obstante, esta transición enfrenta retos críticos en las dimensiones pedagógica, tecnológica y organizacional. Entre ellos destacan la gestión de la carga cognitiva, la brecha en alfabetización digital por parte de estudiantes y docentes, las restricciones presupuestarias y la resistencia al cambio institucional.

Finalmente, el rol del profesor evoluciona hacia una función de mediación y acompañamiento, mientras que la evaluación transita hacia modelos formativos y por competencias. El uso de analítica de datos y evidencias prácticas permite hoy una valoración más integral del aprendizaje. En conjunto, estos elementos consolidan un ecosistema educativo flexible y adaptativo, donde la convergencia entre tecnología, pedagogía e innovación constituye el eje central de la formación técnica y profesional.

Preguntas cuantitativas

¿En qué medida la frecuencia de uso de herramientas digitales se relaciona con la percepción y los resultados de aprendizaje efectivo en estudiantes de ingeniería, existen diferencias relevantes entre aquellos expuestos a metodologías activas apoyadas en tecnologías de la Industria 4.0 y aquellos que no lo están?

La revisión de los estudios actuales revela una relación directa y positiva entre la frecuencia con la que se usan las herramientas digitales y el éxito en el aprendizaje dentro de los ambientes universitarios con énfasis en las ingenierías. El contacto constante con recursos avanzados, como los gemelos digitales, entornos virtuales y tecnologías inmersivas, marca una diferencia sustancial en el rendimiento académico y la retención de conocimientos frente a los métodos de enseñanza tradicionales. Estos datos sugieren que la interacción recurrente con la tecnología no solo facilita el aprendizaje autónomo, sino que permite aterrizar conceptos técnicos complejos en aplicaciones prácticas mucho más profundas (Romero Marc, et al., 2023; García Jorge, et al., 2021).

Asimismo, se identifican diferencias claras entre los resultados obtenidos mediante metodologías activas apoyadas en tecnologías de la Industria 4.0 y aquellos derivados de enfoques educativos convencionales. Los estudiantes expuestos a modelos híbridos o digitales presentan un mejor desempeño académico, mayores niveles de logro en las calificaciones y una reducción progresiva de la deserción y el abandono de actividades académicas. Estos hallazgos sugieren que la integración de tecnologías avanzadas no solo mejora los resultados inmediatos del aprendizaje, sino que también impacta positivamente en la permanencia y el compromiso estudiantil a mediano y largo plazo. (García Jorge, et al., 2021; Kliment Maret, et al., 2021)

¿Qué proporción de docentes de ingeniería ha recibido formación formal en el uso de tecnologías emergentes aplicadas a la enseñanza, según los artículos?

Los artículos revisados coinciden en que no existe una proporción global única de docentes de ingeniería que hayan recibido formación formal en el uso de tecnologías emergentes aplicadas a la enseñanza; sin embargo, se identifican avances relevantes en determinadas regiones. En distintos contextos institucionales, especialmente en sistemas de educación superior con mayores niveles de digitalización, se reporta una amplia disponibilidad de programas de capacitación orientados al uso de plataformas digitales, herramientas basadas en inteligencia artificial y sistemas de evaluación automatizada. No obstante, la participación efectiva del profesorado en estos programas presenta variaciones importantes entre regiones y contextos educativos, bien puede ser por resistencia al cambio o por desconocimiento propio. (*Oksana Varhata, et al., 2025*)

De manera complementaria, la literatura señala que la existencia de programas de formación no garantiza, por sí sola, un nivel adecuado de competencia pedagógica digital. Persisten brechas asociadas a la experiencia previa, la antigüedad docente y el acceso a procesos de actualización continua, lo que lleva a que algunos docentes perciban una preparación insuficiente para integrar tecnologías avanzadas de manera efectiva en sus prácticas educativas. En este sentido, los estudios subrayan la necesidad de fortalecer estrategias de formación continua, con tiempo institucionalmente reconocido, que permitan a los docentes no solo utilizar tecnologías emergentes, sino integrarlas de forma crítica y pedagógicamente coherente en los procesos de enseñanza-aprendizaje en ingeniería. (*Lena Gumaelius, et al., 2023; Adrian Lundberg, et al., 2024*)

Conclusión cuantitativa

En conjunto, los datos analizados confirman que el uso frecuente de herramientas digitales en la formación de ingenieros guarda una relación directa con la efectividad del aprendizaje. La interacción constante con tecnologías de la Industria 4.0, como los sistemas inmersivos y los

gemelos digitales, no solo potencia el rendimiento académico, sino que facilita la comprensión de conceptos complejos al trasladarlos a escenarios prácticos. En este sentido, los estudiantes que participan en metodologías activas apoyadas por tecnología muestran ventajas competitivas frente a quienes siguen modelos tradicionales, lo que se traduce en calificaciones superiores, un mayor compromiso y una reducción notable en las tasas de deserción.

Sin embargo, estos beneficios no surgen de forma automática por la sola presencia del equipo o el software; dependen fundamentalmente de la capacidad del docente para integrarlos con intención pedagógica. La literatura evidencia que, aunque existen programas de formación en tecnologías emergentes, la participación y el nivel de competencia de los profesores aún es desigual a escala global. Persisten barreras críticas como la resistencia al cambio, la experiencia previa dispar en cuanto al uso de herramientas digitales y el acceso limitado a capacitación continua, factores que frenan una adopción tecnológica institucionalmente sólida.

Por lo tanto, el impacto real de la digitalización en el aula está condicionado por la calidad de su diseño didáctico. Esto requiere de procesos institucionales de formación docente que sean constantes, contextualizados y estratégicos. En última instancia, la convergencia entre el uso recurrente de tecnología, la aplicación de metodologías activas y el desarrollo de competencias docentes es lo que define un ecosistema de aprendizaje efectivo y alineado con las exigencias actuales de la ingeniería.

8 Clasificación y caracterización de las estrategias

Dando cumplimiento a la metodología planteada, así como al tercer objetivo específico del proyecto, a continuación se presenta la clasificación y caracterización de las estrategias de enseñanza identificadas en el contexto de la Industria 4.0. Este análisis se orienta a comprender las

particularidades de su implementación en distintos ambientes universitarios, con el fin de establecer una base que permita su posterior comparación con el contexto de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE) de la UIS, identificando similitudes, diferencias y posibles oportunidades de adaptación.

8.1 Caracterización y definición

La caracterización de las estrategias de enseñanza identificadas en la revisión de literatura es fundamental en el proyecto, debido a que permite ir más allá de una definición general, posibilitando la comprensión de sus elementos y condiciones de aplicación. En este sentido, la caracterización no es definir de manera literal, sino que implica desglosar sus características, identificar sus componentes y analizar la forma en que estas estrategias se configuran dentro de distintos contextos universitarios.

Teniendo esto claro y en coherencia con el propósito del proyecto, se plantean distintas matrices orientadas a la caracterización y clasificación de las estrategias de enseñanza identificadas. Estas matrices permiten organizar de manera sistemática la información recopilada, facilitando el análisis de las particularidades de cada estrategia a partir de un conjunto de dimensiones pedagógicas previamente definidas. De este modo, se establece una base estructurada que no solo favorece la comprensión individual de cada enfoque, sino que también posibilita su comparación en términos de fortalezas relativas, aportando elementos clave para su análisis y posterior contraste con el contexto de la EEIE.

La valoración de cada dimensión se llevó a cabo mediante una escala cualitativa ordinal (Alto, Medio y Bajo), la cual permite estimar el **grado de contribución de cada estrategia** de enseñanza al desarrollo de la dimensión pedagógica analizada. En este sentido, un nivel alto

corresponde a una integración sólida y estructural de la dimensión dentro de la estrategia; un nivel medio indica una incorporación parcial o de carácter complementario; mientras que un nivel bajo refleja una presencia limitada o prácticamente inexistente de dicha dimensión. Los criterios de valoración específicos para cada dimensión pedagógica se encuentran detallados en los anexos del documento.

Ahora bien, la elección de estas dimensiones pedagógicas nace de la convicción de que, para transformar la educación en ingeniería hacia las exigencias de la Industria 4.0, no basta con implementarlas de manera superficial; Se necesita un marco de análisis que observe el fenómeno educativo en toda su complejidad para posteriormente integrarlos a los planes educativos modernos.

En este escenario, el **aprendizaje activo** se posiciona como el corazón de la formación. Aquí, el estudiante deja de ser un receptor de conceptos para convertirse en el protagonista de su aprendizaje, desarrollando un pensamiento crítico que solo se logra mediante la acción y la resolución de retos. A la par el **aprendizaje autónomo**, un pilar indispensable, pues no se trata solo de estudiar por cuenta propia, sino de cultivar la disciplina y la autorregulación necesarias para navegar con éxito en los entornos digitales que definen nuestra época.

Por otro lado, entendemos el **trabajo colaborativo** como el espacio de construcción colectiva donde el diálogo entre pares y docentes permite desarrollar las habilidades requeridas. Esta visión se fortalece con la **contextualización industrial**, entendida como un elemento articulador que vincula el entorno educativo con las dinámicas propias del sector productivo. Al integrar casos reales y actualizar los currículos según las dinámicas de la Industria 4.0, de esta forma lo que se enseña resulta verdaderamente útil y pertinente para el futuro profesional.

Según lo anterior, la tecnología, no es un accesorio, sino un motor de cambio indispensable en cualquier contexto educativo moderno. El **uso intensivo de herramientas digitales** transforma las aulas en espacios interactivos que reflejan la realidad tecnológica actual. Esto se complementa con un **enfoque práctico** donde la experimentación en laboratorios y simulaciones permite que el conocimiento se comprenda desde su operatividad técnica.

Finalmente, el éxito de los modelos de enseñanza actuales radica en la capacidad de integrar elementos que a menudo se trabajan por separado. Desde el **pensamiento crítico** y la **personalización del aprendizaje**, la cual respeta el ritmo de cada individuo, hasta la **vinculación con problemas reales** que dota de sentido al estudio. Se reconoce la **motivación estudiantil** como el combustible de este proceso y la **integración teórica-práctica** es la que permite consolidar competencias técnicas de alto nivel. En conjunto, estos elementos no solo forman ingenieros capaces, sino profesionales preparados para liderar en entornos productivos altamente competitivos y tecnológicos. (Lourenço et al., 2025; Benis Arriel, et al., 2021; Zaher, A.A., et al., 2023))

A continuación se presenta la tabla de valoración que sintetiza el nivel de contribución de cada estrategia de enseñanza en relación con las dimensiones pedagógicas analizadas, a partir de la investigación realizada.

Esta tabla fue construida sobre la base de la revisión de literatura realizada, por lo que, una vez calificadas las estrategias de enseñanza en función de cada dimensión pedagógica mediante la escala cualitativa ordinal propuesta (Alto, Medio y Bajo), se procede a la asignación de un código de color: verde para nivel alto, amarillo para nivel medio y rojo para nivel bajo. Esta codificación permite la construcción de un mapa de calor, el cual facilita la visualización comparativa del grado de contribución de cada estrategia respecto a la dimensión pedagógica correspondiente.

A partir de la tabla, se observa que las estrategias con mayor grado de contribución son aquellas que ponen al estudiante como eje central de su proceso de aprendizaje, como el enfoque basado en proyectos. Esta estrategia se caracteriza por la resolución de problemáticas contextualizadas, el fomento del trabajo colaborativo, el desarrollo de la autonomía y la integración de saberes, elementos que presentan convergencias con otros enfoques que también fueron clasificados con un nivel alto en cuanto al grado de contribución, como el aprendizaje basado en problemas, el aula invertida y la gamificación.

Adicionalmente, con el propósito de dar cumplimiento al objetivo específico relacionado con la comparación frente al contexto de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales (EEIE), la matriz de caracterización fue interpretada considerando las condiciones pedagógicas y tecnológicas identificadas en el diagnóstico institucional. En este sentido, las dimensiones evaluadas no solo representan atributos teóricos presentes en la literatura, sino que también permiten establecer un contraste con la realidad académica de la Escuela. Por ejemplo, dimensiones como el uso intensivo de tecnología, el trabajo colaborativo y la vinculación con problemas reales presentan puntos de convergencia con prácticas ya implementadas en la EEIE, evidenciadas en el uso de plataformas digitales como Moodle, el desarrollo de proyectos académicos y la aplicación de metodologías activas en determinadas asignaturas. Sin embargo,

estas prácticas aún no se encuentran completamente consolidadas ni estandarizadas en todos los espacios formativos, debido a que su implementación depende en gran medida de las iniciativas particulares de algunos docentes y no de una integración transversal dentro del currículo.

Bajo esta perspectiva, estrategias como el aprendizaje basado en proyectos, los laboratorios virtuales y la simulación presentan un mayor potencial de adaptación al ambiente de la EEIE, debido a su cercanía con dinámicas pedagógicas ya existentes dentro de la Escuela. No obstante, la matriz también permitió identificar dimensiones con menor nivel de desarrollo institucional, particularmente la personalización del aprendizaje mediada por inteligencia artificial, la cual aún presenta una incorporación limitada más allá del uso de plataformas digitales convencionales o actividades puntuales de gamificación. De esta manera, el contraste realizado permite identificar tanto las fortalezas actuales de la EEIE en términos de apropiación de estrategias activas y tecnológicas, como los retos asociados a la integración más profunda de herramientas emergentes y modelos educativos adaptativos propios de la Industria 4.0. *(Información contrastada del PEP de ingeniería industrial, documento de carácter confidencial)*

8.2 Clasificación y contraste con la EEIE

A partir de la matriz de valoración construida, es posible proponer distintas formas de clasificación de las estrategias de enseñanza, con el fin de enriquecer el análisis y facilitar su interpretación desde diversas perspectivas.

8.2.1 Clasificación por puntuación

En primer lugar, se plantea una clasificación por puntuación total, basada en la asignación de valores numéricos a la escala cualitativa ordinal (Alto = 3, Medio = 2, Bajo = 1). A partir de esta equivalencia, se realiza la sumatoria de los valores obtenidos por cada estrategia en el conjunto

de dimensiones evaluadas, permitiendo establecer un orden jerárquico según su grado de contribución. Este enfoque posibilita identificar de manera directa cuáles estrategias presentan un mayor desempeño integral dentro del marco analizado, así como aquellas cuyo impacto es más limitado. Su principal fortaleza radica en la simplicidad interpretativa y en la posibilidad de generar comparaciones globales entre estrategias.

Tabla 14.

Puntuaciones por estrategia de enseñanza.

Estrategias de enseñanza	Puntuación
Aprendizaje basado en proyectos	37
Aprendizaje basado en problemas	33
Aula invertida	31
Gamificación	26
laboratorios virtuales	34
Simulación / Gemelos digitales	34
Debate, discusión y reflexión pedagógica	27
Trabajo en grupo, <i>peer learning</i> y colaboración académica	31
Enseñanza híbrida	25
Personalización del aprendizaje (IA)	28
Plataformas digitales de apoyo al aprendizaje (LMS)	19
Clases magistrales e instrucción guiada	15

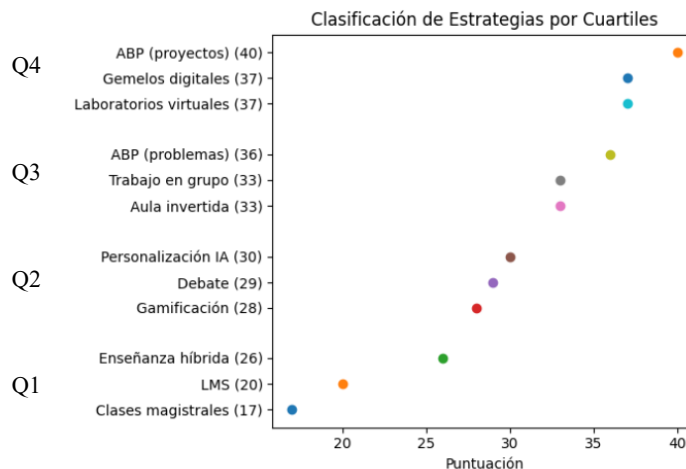
los resultados evidencian que las estrategias con mayor puntuación total, como el aprendizaje basado en proyectos, los laboratorios virtuales y la simulación mediante gemelos digitales, presentan un desempeño integral superior al articular de manera consistente múltiples dimensiones pedagógicas. En contraste, estrategias como las plataformas digitales de apoyo al aprendizaje y las clases magistrales e instrucción guiada obtienen puntuaciones considerablemente menores, lo que sugiere una contribución más limitada en el conjunto de dimensiones evaluadas.

En este sentido, la clasificación por puntuación total permite no solo establecer una jerarquización clara entre las estrategias, sino también identificar aquellas con mayor potencial para generar impactos significativos en contextos educativos contemporáneos.

Con el propósito de profundizar en el análisis comparativo, se realizó una clasificación de las estrategias de enseñanza mediante cuartiles, a partir de la distribución de sus puntuaciones totales. Esta segmentación permite agrupar las estrategias en cuatro niveles de desempeño relativo, facilitando la identificación de patrones y diferencias significativas entre ellas.

Figura 11.

Clasificación por puntuación en cuartiles.



En este sentido, el cuartil superior (Q4) concentra aquellas estrategias con mayor nivel de contribución global, destacándose el aprendizaje basado en proyectos, los laboratorios virtuales y la simulación mediante gemelos digitales. Por su parte, el cuartil inferior (Q1) agrupa estrategias con menor puntuación total, como las clases magistrales e instrucción guiada, las plataformas digitales de apoyo al aprendizaje y la enseñanza híbrida, evidenciando un menor alcance en las dimensiones evaluadas. Los cuartiles intermedios (Q2 y Q3) representan niveles de desempeño

medio, donde se ubican estrategias con aportes parciales o equilibrados, lo que permite reconocer su potencial en contextos específicos de aplicación. De esta manera, la clasificación por cuartiles complementa el análisis por puntuación total, proporcionando una lectura más estructurada de la distribución del desempeño entre las estrategias consideradas.

8.2.2 *Clasificación por perfiles*

En segundo lugar, se propone una clasificación por perfiles, la cual se enfoca en identificar patrones de comportamiento en función de grupos de dimensiones afines. En este sentido, las dimensiones se organizan en categorías como componentes pedagógicos activos, autonomía del estudiante, colaboración, uso de tecnología y vinculación con contextos reales. A partir de esta agrupación, cada estrategia puede caracterizarse según el perfil predominante que presenta, permitiendo reconocer si su énfasis se orienta hacia el desarrollo de habilidades prácticas, el fortalecimiento del trabajo colaborativo, la integración tecnológica o el fomento de la autonomía. Este tipo de clasificación aporta una visión más cualitativa y estructural, facilitando la comprensión de la naturaleza pedagógica de cada enfoque.

La siguiente tabla sintetiza la clasificación por perfiles pedagógicos, integrando las estrategias de enseñanza con sus características predominantes y las subcategorías que orientan su enfoque formativo.

Tabla 15.

Clasificación por perfiles.

Perfil pedagógico	Estrategias asociadas	Características principales
Activo / Práctico	Aprendizaje basado en proyectos; Aprendizaje basado en problemas	Predominio de componentes pedagógicos activos junto con una fuerte vinculación con contextos reales. Favorece el desarrollo de competencias técnicas y blandas, con un rol docente centrado en la facilitación.

Tecnológico / Práctico	Laboratorios virtuales; Simulación / Gemelos digitales	Alto énfasis en el uso de tecnología, articulado con la vinculación con contextos reales y el desarrollo de competencias técnicas. Permite la experimentación en entornos simulados que replican escenarios industriales complejos.
Motivacional / Experiencial	Gamificación	Se enfoca en la motivación y rol docente, promoviendo la participación activa y el compromiso del estudiante. Presenta menor incidencia en profundidad conceptual y en la vinculación con problemas reales.
Social / Constructivista	Debate, discusión pedagógica; Trabajo colaborativo	Predominio de la colaboración, con énfasis en la interacción social, el desarrollo de competencias blandas y el pensamiento crítico. Menor presencia del uso de tecnología y del componente práctico.
Flexible / Integrador	Aula invertida; Enseñanza híbrida; Plataformas digitales (LMS)	Articulación entre el uso de tecnología y los componentes pedagógicos activos. Facilita la integración de metodologías y la adaptación a distintos contextos educativos.
Adaptativo / Individual	Personalización del aprendizaje (IA)	Predominio de la autonomía del estudiante. Permite ajustar los procesos formativos a características individuales, con menor énfasis en la colaboración.

Esta clasificación deja claro que las estrategias de enseñanza no solo varían en cuánto a lo que aportan finalmente, sino en la lógica pedagógica que hay detrás de cada una. Lo verdaderamente importante aquí no es solo medir su contribución, sino entender cómo se estructura el aprendizaje: ya sea desde la práctica pura, la mediación tecnológica, el trabajo con otros o la propia autonomía del alumno. Al final, cada estrategia es una forma distinta de conectar al estudiante con el conocimiento y con su entorno real, dependerá del contexto el hecho de aplicar una u otra.

Ahora bien, identificar estos perfiles ayuda a comprender mejor qué papel juega cada método dentro de la formación, especialmente cuando el reto es integrar tecnología para resolver problemas complejos. No se trata de crear una jerarquía de "mejores y peores" estrategias, sino de contar con una herramienta que guíe las decisiones pedagógicas. El objetivo es poder elegir y

combinar estos enfoques con criterio, asegurando que encajen con lo que se busca enseñar y con la realidad de cada espacio educativo.

9 Comparación y replicabilidad de las estrategias

En esta sección se desarrolla el proceso de comparación entre los distintos contextos universitarios, con el fin de identificar elementos relevantes en la implementación de estrategias de enseñanza. Asimismo, se busca establecer una base que permita analizar su posible replicabilidad en el contexto de la EEIE.

9.1 Contexto de la escuela de estudios industriales y empresariales (EEIE)

Para definir el contexto de la EEIE, se tomó como base el plan de estudios del programa (PEP) de Ingeniería Industrial de la UIS, en el cual este se encontraba plasmado de manera literal. Esto se complementó con una tabla diseñada para facilitar su entendimiento y eventual comparación con los distintos ambientes universitarios.

Cabe resaltar que, en este proyecto, la comparación se realiza entre cuatro ambientes en particular (Incluyendo a la EEIE), debido a que corresponden a universidades extranjeras de las cuales no se dispone abiertamente de toda la información. Asimismo, incluir un mayor número de ambientes universitarios en esta sección podría resultar contraproducente, ya que se perdería el foco del análisis debido a la cantidad de información.

Ahora bien, el contexto de la EEIE se puede definir de la siguiente manera:

Tabla 16.*Contexto de la EEIE.*

Dimensión	Descripción	Implicaciones pedagógicas
Contexto institucional	Universidad pública, programa de ingeniería industrial. Con aproximadamente 25 mil estudiantes, 1300 de ing. Industrial en el periodo académico 2025-2.	Define un enfoque formativo orientado al desarrollo de competencias propias de la ingeniería, con énfasis en análisis, optimización y toma de decisiones.
Modalidad educativa	Modalidad presencial con dedicación de tiempo completo.	Favorece la implementación de estrategias activas y prácticas que requieren interacción directa, aunque puede limitar la flexibilidad en el aprendizaje autónomo mediado por tecnología.
Cobertura geográfica	Sede principal en Bucaramanga. Ciclo básico en sedes regionales (Barrancabermeja, Socorro, Barbosa y Málaga); ciclo profesional en Bucaramanga.	Genera una transición en el proceso formativo que puede afectar la continuidad pedagógica, pero también amplía el acceso.
Estructura del programa	Duración de 10 semestres académicos.	Formación progresiva, facilitando la integración gradual de componentes teóricos y prácticos.
Estructura curricular	172 créditos, 3.440 horas TAD (3.280 teóricas, 160 prácticas) y 5.184 horas de trabajo independiente.	Evidencia un predominio teórico, lo que sugiere la necesidad de fortalecer estrategias que incrementen el componente práctico y aplicado.
Periodicidad de admisión	Semestral.	Permite una actualización constante de cohortes, facilitando ajustes curriculares y pedagógicos continuos.
Capacidad del programa	156 cupos por cohorte distribuidos entre sedes.	Tamaño de cohorte relativamente alto, lo que puede limitar la personalización del aprendizaje y favorecer metodologías grupales.
Contexto tecnológico	Uso frecuente de Moodle como plataforma principal para gestión de contenidos. Uso intensivo de herramientas ofimáticas (Excel, Power BI, Word). Disponibilidad de laboratorios físicos. Integración básica de herramientas digitales en aula. Bajo uso de IA, pero presencia de herramientas digitales según la asignatura.	Favorece el desarrollo de competencias digitales aplicadas, especialmente en análisis de datos. Sin embargo, limita la incorporación de estrategias avanzadas basadas en IA o entornos virtuales complejos, manteniendo un enfoque tecnológico funcional más que transformador.

Contexto pedagógico	Predominio de clases magistrales combinadas con estrategias activas (proyectos, talleres, gamificación, laboratorios). Trabajo en grupo frecuente. Enfoque mixto con nivel de innovación variable entre docentes.	Permite un equilibrio entre transmisión de conocimiento y aprendizaje activo. Sin embargo, la variabilidad docente puede generar experiencias formativas heterogéneas entre asignaturas.
Relación con el entorno/industria	Vinculación con la industria a través de proyectos académicos, invitados del sector y visitas técnicas.	Permite contextualizar el aprendizaje y acercar al estudiante a la realidad profesional.
Infraestructura física	Disponibilidad de laboratorios (robótica, simulación, gamificación, calidad, SST), con acceso fácil, equipos actualizados y espacios entre tradicionales y modernos.	Favorece la implementación de estrategias prácticas y experimentales, permitiendo complementar el componente teórico del programa.

A partir de la tabla presentada, es posible identificar una serie de elementos que configuran el entorno formativo de la EEIE y que, a su vez, pueden influir en la manera en que se implementan y articulan las distintas estrategias de enseñanza. No obstante, estos aspectos no deben interpretarse de forma aislada, ya que su impacto puede variar según las dinámicas propias de cada asignatura, docente y contexto específico de aplicación. En este sentido, la tabla anterior constituye un punto de partida para el análisis comparativo, más que una representación definitiva.

9.2 Comparación entre contextos universitarios

Para comparar los distintos contextos universitarios de forma coherente, se diseña una dinámica de análisis que permite organizar la información sin perder claridad. El proceso comienza con la presentación detallada de cada institución para poner sobre la mesa los datos más relevantes. Después, el análisis se centra en los elementos que cada universidad aplica en sus aulas, examinando de cerca qué impacto pedagógico tienen realmente. El cierre de este ejercicio consiste en contrastar los diferentes contextos para encontrar esos patrones, similitudes o puntos comunes que podrían funcionar y replicarse dentro de la EEIE.

En cuanto a la selección de las instituciones, el estudio se enfoca en tres casos específicos: la Aalborg University (AAU) de Dinamarca, la Reykjavik University (RU) de Islandia y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Esta elección no es azarosa; combina una universidad pública y una privada de Europa (ambas ligadas a NORDENHUB) con una universidad pública latinoamericana. El objetivo de mezclar instituciones de distintos tamaños, regiones y naturalezas es lograr una comparación mucho más profunda y cargada de matices analíticos. A continuación, se detallan los contextos de estas universidades, basados en los hallazgos de la literatura revisada.

Tabla 17.

Contexto de la Aalborg university (AAU).

Dimensión	Descripción	Implicaciones pedagógicas
Contexto institucional	Universidad pública con aproximadamente 20,000 estudiantes, de los cuales 8,000 pertenecen a ingeniería. Su identidad se basa en el modelo de Aprendizaje Basado en Problemas (PBL), integrado con principios de aprendizaje en red.	Define un enfoque formativo estructuralmente orientado al aprendizaje activo, colaborativo y centrado en la resolución de problemas reales, alineado con tendencias de educación en ingeniería avanzada.
Modalidad educativa	Predominantemente presencial con enfoque en estudios físicos (<i>studio-based</i>), pero con capacidad de adaptación a modalidades híbridas y completamente en línea.	Permite combinar aprendizaje experiencial con flexibilidad digital, facilitando la continuidad del proceso formativo en distintos entornos.
Cobertura geográfica	Ubicada en Aalborg, Dinamarca.	La centralización puede favorecer coherencia en la implementación del modelo pedagógico, aunque limita el análisis de cobertura territorial.
Estructura del programa	Organización bajo el modelo de Bologna: programas de grado (3–4 años) y maestría (1–2 años). Proyectos con duración típica de 3 a 4 meses.	Favorece procesos de aprendizaje prolongados y profundos, permitiendo el desarrollo de competencias complejas mediante proyectos de larga duración.

Estructura curricular	Curriculo dividido entre proyectos orientados a problemas (15 ECTS por semestre) y cursos teóricos. Fuerte integración teoría-práctica mediante learning-by-doing.	Permite una articulación directa entre conocimiento conceptual y aplicación práctica, fortaleciendo el aprendizaje significativo.
Periodicidad de admisión	No se especifica en los artículos.	Sin información para evaluar su impacto en la dinámica académica.
Capacidad del programa	Aproximadamente 8,000 estudiantes en ingeniería. Cohortes de 120 estudiantes organizados en grupos pequeños de 7-8 personas.	El trabajo en grupos pequeños favorece el aprendizaje colaborativo, la participación activa y la personalización dentro de cohortes grandes.
Contexto tecnológico	Uso de LMS como base, junto con herramientas como Instagram, Spotify y YouTube para aprendizaje. Integración de recursos digitales estructurados. Inclusión de tecnologías emergentes como Realidad Aumentada y Gemelos Digitales. Nivel alto de digitalización.	Favorece el aprendizaje en red, la co-creación de conocimiento y la conexión con entornos digitales contemporáneos, integrando tecnología como parte del proceso pedagógico y no solo como soporte.
Contexto pedagógico	Predominio del PBL, flipped engagement y principios de libertad estructurada. Docente como mentor y guía. Enfoque activo centrado en el estudiante.	Promueve autonomía, pensamiento crítico y resolución de problemas reales, consolidando un modelo de aprendizaje profundo y aplicado.
Relación con el entorno/industria	Vinculación mediante proyectos reales, interacción con profesionales, visitas a empresas de Industria 4.0 y tesis aplicadas. Evaluación del sistema ligada a empleabilidad. Nivel alto de conexión.	Asegura la pertinencia del proceso formativo, alineando el aprendizaje con necesidades del entorno productivo y fortaleciendo la empleabilidad.
Infraestructura física	Presencia de estudios de diseño como espacios centrales, junto con laboratorios especializados (ej. tecnología electrónica con micro-fresadoras). Infraestructura avanzada orientada al trabajo práctico.	Favorece el aprendizaje experiencial, la experimentación y el desarrollo de prototipos, fortaleciendo la integración entre teoría y práctica.

El modelo de la Aalborg University (AAU) destaca por una estructura volcada por completo al Aprendizaje Basado en Problemas (PBL). En su diseño curricular, los proyectos no son un añadido, sino que integran la teoría con la resolución de situaciones reales de forma explícita. Esta configuración obliga a una conexión constante entre lo que se estudia y cómo se aplica, apoyándose en el trabajo colaborativo en grupos pequeños y en proyectos de mediana duración.

Más allá del aula tradicional, el uso de herramientas digitales y tecnologías emergentes se entrelaza con metodologías activas en espacios que mezclan lo físico con lo virtual. Otro punto clave es su relación con el sector productivo: al involucrar a actores externos y trabajar en proyectos aplicados, la universidad logra que el aprendizaje tenga referentes prácticos y reales. Al final, lo que define este entorno educativo es la capacidad de hacer que la teoría, la práctica y la tecnología conversen en un mismo plano dentro del proceso de formación.

Tabla 18.

Contexto de la Reykjavik university (RU).

Dimensión	Descripción	Implicaciones pedagógicas
Contexto institucional	Universidad privada con financiamiento público. Modelo educativo propio desarrollado en 2002 e implementado institucionalmente desde 2012. Enfoque en transformación digital mediante programas que integran ingeniería y ciencias de la computación.	Orienta la formación hacia la digitalización y la interdisciplinariedad, alineando el perfil del egresado con las demandas de la Industria 4.0.
Modalidad educativa	Uso de aprendizaje invertido (flipped learning) y metodologías apoyadas en entornos digitales. Adaptación a formatos en línea durante la pandemia, combinando actividades presenciales y virtuales.	Favorece la flexibilidad y el aprendizaje autónomo, permitiendo trasladar parte del proceso formativo fuera del aula tradicional.

Cobertura geográfica	Sede en Reykjavik, Islandia. No se mencionan otros campus o descentralización.	La centralización puede facilitar coherencia en la implementación del modelo educativo, aunque limita el análisis de cobertura territorial.
Estructura del programa	Organización en ciclos de 12 semanas de cursos seguidas de 3 semanas de proyectos. Programas de doble titulación con duración aproximada de 5 años.	Permite una secuencia clara entre adquisición de conocimiento teórico y aplicación práctica intensiva en periodos definidos.
Estructura curricular	Currículo articulado entre cursos teóricos y proyectos aplicados. Integración explícita entre ingeniería y ciencias de la computación.	Favorece la integración teoría-práctica y el desarrollo de competencias interdisciplinarias, especialmente en entornos digitales.
Periodicidad de admisión	No se especifica en los artículos.	Sin información para evaluar su impacto en la dinámica académica.
Capacidad del programa	Aproximadamente 3,800 estudiantes en total, con 1,418 en ingeniería.	Tamaño institucional moderado que puede favorecer una mayor cercanía académica en comparación con universidades más masivas.
Contexto tecnológico	Uso de videos, conferencias en línea, simulaciones, laboratorios y entornos virtuales. Integración de tecnología como soporte del aprendizaje invertido. Enfoque en desarrollo de competencias digitales exigidas a nivel nacional. Nivel de digitalización alto.	Favorece el aprendizaje flexible y el desarrollo de habilidades digitales avanzadas, permitiendo superar limitaciones físicas mediante entornos virtuales.
Contexto pedagógico	Uso de flipped learning, resolución de problemas abiertos (wicked problems) y modelo cíclico teoría-proyecto. Enfoque activo. Rol docente no completamente definido, pero orientado a la implementación de metodologías digitales.	Promueve la aplicación activa del conocimiento y el desarrollo de pensamiento crítico, aunque puede presentar menor claridad en la mediación pedagógica del docente.
Relación con el entorno/industria	Programas diseñados en respuesta a demandas de la industria (integración ingeniería + computación). Proyectos orientados a resolver problemas reales en contextos de Industria 4.0. Nivel de conexión alto.	Asegura la pertinencia del proceso formativo y fortalece la empleabilidad mediante alineación directa con necesidades del sector productivo.

Infraestructura física	No se describe infraestructura física específica. Se enfatiza el uso de laboratorios virtuales como alternativa a espacios físicos.	Sugiere una dependencia menor de infraestructura física y un mayor énfasis en entornos virtuales, lo que favorece flexibilidad pero puede limitar experiencias prácticas presenciales.
-------------------------------	---	--

El modelo de la Reykjavik University (RU) se define por una apuesta clara: la digitalización y el cruce constante entre la ingeniería y las ciencias de la computación. Lo que hace interesante su estructura académica es cómo organiza el aprendizaje en ciclos que saltan de la teoría a fases intensivas de proyectos. Esto marca una secuencia lógica donde el estudiante no solo acumula conocimientos, sino que los pone a prueba de inmediato en escenarios concretos. Este enfoque se apoya en el aula invertida y otras metodologías activas, moviendo parte de la carga formativa fuera del salón de clases para obligar al alumno a tomar un rol mucho más autónomo.

En la RU, la tecnología no es un accesorio, sino el eje central. El uso de simulaciones, laboratorios virtuales y entornos digitales rompe las barreras físicas del aprendizaje tradicional. Además, la universidad mantiene un hilo conductor con el sector productivo, diseñando programas que responden directamente a lo que hoy pide la Industria 4.0. Al final, lo que se construye es un ecosistema educativo flexible donde la tecnología y los problemas reales se mezclan para lograr un aprendizaje que es, por encima de todo, aplicado e interdisciplinario.

Tabla 19.

Contexto de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Dimensión	Descripción	Implicaciones pedagógicas
------------------	--------------------	----------------------------------

Contexto institucional	Universidad pública ubicada en México. Reconocida como centro de generación de conocimiento y participación en validación de marcos educativos internacionales (Industria 4.0 y Agenda 2030).	Orienta su enfoque hacia la innovación tecnológica y la formación de competencias alineadas con estándares globales, especialmente en sostenibilidad y transformación industrial.
Modalidad educativa	No se especifica directamente. Participación en validación de modelos híbridos de enseñanza sugiere familiaridad con modalidades presenciales y virtuales combinadas.	Indica una posible transición o apertura hacia modelos flexibles, aunque sin evidencia suficiente sobre su implementación generalizada.
Cobertura geográfica	Ubicada en Ciudad de México, con referencia específica a la Ciudad Universitaria como espacio central.	La concentración en un campus de gran escala permite el desarrollo de infraestructura compleja para actividades académicas y de investigación.
Estructura del programa	No se especifica en los artículos.	No es posible analizar la organización del proceso formativo ni su impacto en el aprendizaje.
Estructura curricular	No se detalla el currículo general. Sin embargo, se validan enfoques que integran teoría y práctica, priorizando el aprendizaje aplicado.	Sugiere una orientación hacia el desarrollo de competencias mediante actividades prácticas, aunque sin evidencia directa de su implementación curricular institucional.
Periodicidad de admisión	No se especifica en los artículos.	Sin información para analizar su impacto en la dinámica académica.
Capacidad del programa	No se especifica en los artículos.	No es posible evaluar el tamaño de cohortes ni su impacto en la personalización del aprendizaje.
Contexto tecnológico	Desarrollo de investigación avanzada en Gemelos Digitales aplicados a infraestructura real (red eléctrica del campus). Validación del uso de LMS, videoconferencias y software	Evidencia una fuerte capacidad tecnológica orientada a la investigación y aplicación real, lo que permite integrar tecnologías de

	especializado en formación. Nivel de digitalización alto.	Industria 4.0 en procesos formativos y de innovación.
Contexto pedagógico	Respaldo al uso de Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) y actividades prácticas (<i>hands-on</i>). Consenso académico sobre la necesidad de evolucionar más allá de métodos tradicionales.	Indica una orientación hacia modelos pedagógicos activos y aplicados, aunque sin evidencia suficiente sobre su implementación sistemática en el aula.
Relación con el entorno/industria	Vinculación a través de proyectos aplicados (ej. gemelo digital de red eléctrica), validación de modelos educativos con integración empresarial y uso de casos reales (consultoría, fraude). Nivel de conexión alto.	Favorece la contextualización del aprendizaje y la integración con problemas reales, fortaleciendo la pertinencia profesional de la formación.
Infraestructura física	Referencia a la Ciudad Universitaria y a una red eléctrica propia de media tensión utilizada como objeto de estudio. Infraestructura de gran escala con capacidades tecnológicas avanzadas.	Permite el desarrollo de proyectos aplicados en entornos reales complejos, favoreciendo el aprendizaje experiencial y la investigación aplicada.

El contexto de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se caracteriza por su papel como institución pública orientada a la generación de conocimiento y a la validación de marcos educativos vinculados con tendencias globales como la Industria 4.0 y la sostenibilidad. Aunque la información disponible no detalla de manera explícita la estructura de sus programas o currículo, se identifican elementos que apuntan hacia una integración entre enfoques teóricos y prácticos, así como una apertura hacia modelos pedagógicos activos como el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL).

En este sentido, la EEIE podría considerar la adopción de esquemas de trabajo intensivo tipo “bloque de inmersión”, como los implementados en Reykjavik University (RU), en los cuales se reorganiza temporalmente la dinámica académica para concentrar el desarrollo formativo en un único proyecto. Esta estructura permite superar la fragmentación propia de la distribución

tradicional de asignaturas, favoreciendo procesos de aprendizaje más profundos, continuos y orientados a la resolución de problemáticas complejas.

De manera complementaria, a partir de la experiencia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se identifica como elemento relevante la integración de tecnologías como los gemelos digitales dentro del proceso formativo. A diferencia de contextos en los que este tipo de herramientas se circunscribe a espacios electivos, su incorporación en la UNAM presenta un carácter más transversal, lo que posibilita que un mayor número de estudiantes desarrolle competencias asociadas a la simulación y análisis de sistemas reales. En este marco, su inclusión dentro de componentes curriculares obligatorios se perfila como una alternativa que permitiría consolidar su papel en la formación académica, trascendiendo su uso como recurso complementario.

10 Conclusión

En conclusión, el desarrollo del marco teórico y del análisis de contenido web permitió cumplir de manera progresiva con los objetivos planteados, al establecer una base conceptual sólida sobre Industria 4.0, aprendizaje significativo, estrategias de enseñanza, tecnologías digitales e investigación exploratoria, y al mismo tiempo orientar la lectura crítica de las fuentes consultadas. La revisión de literatura gris a través de búsquedas en la web mostró que, aunque hay bastante información sobre transformación digital en la educación superior, la mayor parte se concentra en descripciones generales o revisiones panorámicas. Se encuentran pocas experiencias sistematizadas y realmente replicables.

De igual manera, se nota una tendencia clara hacia el uso de metodologías activas, aprendizaje personalizado, recursos híbridos y tecnologías emergentes, pero el nivel de integración todavía

varía bastante de una institución a otra. En ese sentido, este trabajo no solo ayudó a caracterizar cómo está actualmente la enseñanza relacionada con la Industria 4.0, sino que también dejó ver la necesidad de avanzar hacia propuestas más estructuradas, contextualizadas y que se puedan transferir con mayor facilidad, articulando mejor las demandas del sector productivo con los procesos de formación en ingeniería.

A partir de esto, se recomienda que las instituciones de educación superior fortalezcan la integración de estrategias pedagógicas activas de una forma más organizada, evitando implementarlas de manera aislada o superficial. También es clave avanzar hacia un uso más profundo de las tecnologías digitales, donde estas no queden solo como herramientas instrumentales, sino que se conecten directamente con los objetivos de aprendizaje y con el desarrollo de competencias propias de la Industria 4.0.

De igual forma, sería bueno promover la sistematización de las experiencias educativas, incluyendo evidencias concretas, guías y herramientas que permitan replicarlas más fácilmente en otros contextos. Finalmente, resulta importante consolidar una mejor articulación entre la formación académica y las necesidades reales del entorno productivo, para que las estrategias de enseñanza respondan de verdad a las demandas actuales y futuras del sector industrial.

11 Referencias bibliográficas

- **Abuhmaid, A. M.** (2020). *The efficiency of online learning environment for implementing project-based learning: Students' perceptions. International Journal of Higher Education.*
- **Aguilera, C.** (Junio 14 de 2023). "Qué son las estrategias de aprendizaje: definición, tipos y ejemplos". *iSpring.*
- **Alakrash, H. M., & Razak, N. A.** (2022). *Education and the Fourth Industrial Revolution: Lessons from COVID-19. Computers, Materials & Continua, 70(1), 951–962.*
- **Albarracin-Acero, D. A., Romero-Toledo, F. A., Saavedra-Bautista, C. E., & Ariza-Echeverri, E. A.** (2024). *Virtual Reality in the Classroom: Transforming the Teaching of Electrical Circuits in the Digital Age. Future Internet, 16(8), 279.*
- **APD.** (2021). *Ciberindustria: "ventajas y desventajas.* Recuperado el 26 de junio de 2025.
- **Benis, A., Amador Nelke, S., & Winokur, M.** (2021). *Training the Next Industrial Engineers and Managers about Industry 4.0: A Case Study about Challenges and Opportunities in the COVID-19 Era. Sensors, 21(9), 2905.*
- **Boltsi, A., Kalovrektis, K., Xenakis, A., Chatzimisios, P., & Chaikalis, C.** (2024). *Digital tools, technologies, and learning methodologies for Education 4.0 frameworks: A STEM oriented survey. IEEE Access, 12, 1–24.*
- **Boltsi, A., Kosmanos, D., Xenakis, A., Chatzimisios, P., & Chaikalis, C.** (2025). *Towards a novel Digital Twin framework proposal within the Engineering Design Process for future engineers: An IoT smart building use case. Sensors, 25(11), 3504.*
- **Bordel Sánchez, B., Alcarria, R., & Robles, T.** (2023). *Automated activity scheduling tools for improving learning and evaluation of cybersecurity competencies in computer*

engineering courses. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 18(08), 4-25.

- **Camilo Ramírez, CIDEI.** (2023, 2 marzo). “La importancia de apoyar a la industria colombiana”.
- **Capogna, S., Greco, F., & O’Tuama, S.** (2023). *Lecciones de un estudio de caso de una universidad en línea: Transformación digital y enseñanza innovadora en la educación superior. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 26(1), 1–22.*
- **Centro Virtual Cervantes.** (s.f.). “Estrategias cognitivas. En *Diccionario de términos clave de ELE*”. (Consultado el 4 de julio de 2025)
- **Centro Virtual Cervantes.** (s.f.-b). “Estrategias metacognitivas. En *Diccionario de términos clave de ELE*”. Recuperado de (Consultado el 4 de julio de 2025)
- **Centro Virtual Cervantes.** (s.f.-c). “Estrategias socioafectivas. En *Diccionario de términos clave de ELE*”. Recuperado de (Consultado el 04 de julio de 2025)
- **CETMO.** (s.f.). “Plataformas digitales”. CETMO. Recuperado el 17 de julio de 2025, de
- **Concepto.de.** (s.f.). “Investigación”. Recuperado el 18 de julio de 2025, de
- **Corbeil, M. E., & Corbeil, J. R.** (2022). *Digital transformation of higher education through disruptive pedagogies: Wrapping a course around a course to promote learner agency. Issues in Information Systems, 23(2), 150–157.*
- **Cosi, A., Voltas, N., Lázaro-Cantabrana, J. L., Morales, P., Calvo, M., Molina, S., & Quiroga, M. Á.** (2020). *Formative assessment at university through digital technology tools. Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 24(1), 164–183.*
- **DeCarlo, M.** (s.f.). “¿Qué es una revisión de literatura? En *Investigación científica en trabajo social*”. LibreTexts. Recuperado el 19 de julio de 2025, de

- **Dumulescu, D., Pop-Păcurar, I., & Necula, C. V. (2021).** *Learning design for future higher education – Insights from the time of COVID-19. Frontiers in Psychology, 12, 647948.*
- **Fonseca Parra, M. F. (2024).** *Diseño y producción de objetos de aprendizaje basado en talleres para el desarrollo de las competencias definidas en la asignatura Diseño de Sistemas Productivos* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS.
- **Frolova, E. V., & Rogach, O. V. (2021).** *Spetsifika vospriyatiya studentami protsessov tsifrovizatsii obrazovaniya: osmyslenie opyta onlayn-obucheniya v usloviyakh pandemii. PNO Journal.*
- **Garay Gallastegui, L. M., & Reier Forradellas, R. (2024, 24 de mayo).** [Título del artículo]. *RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental.* Recuperado de
- **García, J. L., & de los Ríos, I. (2021).** *Model to develop skills in accounting students for a 4.0 industry and 2030 agenda: From an international perspective. Sustainability, 13(17), 9699.*
- **García, J. L., & de los Ríos, I. (2021).** *Model to develop skills in accounting students for a 4.0 industry and 2030 agenda: From an international perspective. Sustainability, 13, 9699.*
- **Gergič, B., & Hercog, D. (2024).** *An Effective Concept for Teaching LabVIEW Programming to Engineering Students. Applied Sciences, 14(18), 8506.*
- **Gobierno del Perú. (s.f.).** “¿Qué son las tecnologías digitales?” (Consultado el 26 de junio de 2025).

- **Google Cloud.** (s.f.-a). “¿Qué es la computación en la nube?” (Consultado el 26 de junio de 2025)
- **Google Cloud.** (s.f.-b). “¿Qué es la inteligencia artificial?” (Consultado el 26 de junio de 2025)
- **Gumaelius, L., Skogh, I.-B., Matthíasdóttir, Á., & Pantzos, P.** (2024). *Engineering education in change: A case study on the impact of digital transformation on content and teaching methods in different engineering disciplines. European Journal of Engineering Education, 49(1), 1–17.*
- **Hazbon Manrique, S. D.** (2023). *Actividades basadas en gamificación como metodología activa de clase para la asignatura Talento Humano [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS.*
- **Hazbon Manrique, S. D.** (2023). *Actividades basadas en gamificación como metodología activa de clase para la asignatura Talento Humano [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS.*
- **Hazrat, M. A., Hassan, N. M. S., Chowdhury, A. A., Rasul, M. G., & Taylor, B. A.** (2023). *Developing a skilled workforce for future industry demand: The potential of digital twin-based teaching and learning practices in engineering education. Sustainability, 15(23), 16433.*
- **He, Z., Chen, L., & Zhu, L.** (2023). *A study of Inter-Technology Information Management (ITIM) system for industry-education integration. Heliyon, 9, e19928.*
- **Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C. A., & Morales-Menendez, R.** (2020). “Engineering education for smart 4.0 technology: A review”. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM), 14, 789–803.*

- **Herrero-Álvarez, R., León, C., Miranda, G., & Segredo, E. (2024).** *Training future engineers: Integrating Computational Thinking and effective learning methodologies into education. Computer Applications in Engineering Education.*
- **Huertas-López, S., Sánchez-Trujillo, M. de los Á., Riega-Virú, Y., & Ninaquispe-Soto, M. (2025).** *Assessment of problem-solving competence in engineering students: Analysis and proposals for improvement. Journal of Educational and Social Research, 15(3), 1.*
- **IBM. (s.f.).** “Industria 4.0” (Consultado el 26 de junio de 2025)
- **Imamzade, A. I., Tikhnenko, V. G., Kozhevnikova, N. G., Dranyy, A. V., & Babicheva, E. L. (2022).** *Directions for the development of agro-engineering education in Russia after the pandemic. Journal of Higher Education Theory and Practice, 22(4).*
- **Inchan, S., & Akatimagool, S. (2025).** *A blended laboratory-based learning model for embedded systems education. Journal of Technical Education and Training, 17(1), 1–12.*
- **Jiménez Carreira, M., & Álvarez Marcos, J. (2018).** “Metodología de análisis y evaluación de sitios web 2.0. El caso de las Diócesis Andaluzas”. *Revista de Comunicación, 17(2), 142–163.*
- **Jiménez Nájera, M. S. (2024, 5 de agosto).** *Organiza tus clases con la Taxonomía de Bloom. Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, Tecnológico de Monterrey.*
- **Joshi, K., Kumar, R., Bharany, S., Saini, D. K. J. B., Kumar, R., Ibrahim, A. O., Abdelzaher, A., Nagmeldin, W., & Medani, M. A. (2024).** *Exploring the connectivity between Education 4.0 and Classroom 4.0: Technologies, student perspectives, and engagement in the digital era. IEEE Access.*

- **Khan, M. G., Huda, N. U., & Zaman, U. K. U. (2022).** “Smart Warehouse Management System: Architecture, Real-Time Implementation and Prototype Design”. *Machines*, 10(2), 150.
- **Kliment, M., Pekarcikova, M., Trebuna, P., & Trebuna, M. (2021).** Application of TestBed 4.0 technology within the implementation of Industry 4.0 in teaching methods of industrial engineering as well as industrial practice. *Sustainability*, 13(16), 8963.
- **Kučera, E., & Haffner, O. (2023).** Competency-Based Hybrid Learning: A Modern Approach to Teaching Programming and Digital Technologies Subjects. *Proceedings of the 2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1–6.
- **Kumar, S. (2025).** “Education 4.0: Transforming Learning for the Fourth Industrial Revolution”. *Higher Education for the Future*.
- **Kurebayeva, G., Kulgildinova, T., Kurebayeva, G., Akhatova, B., Shevyakova, T., & Nurgaliyeva, S. (2025).** From tradition to innovation: Pre-service teachers’ perceptions of digital transformation in language learning. *Forum for Linguistic Studies*, 7(3), 351–361.
- **Laursen, L. N., & Ryberg, T. (2024).** Hybrid digital learning design in engineering design education: Rethinking PBL through networked learning principles. *European Journal of Engineering Education*, 49(7), 1034–1050.
- **León Uruquijo, A. P., Risco del Valle, E., & Alarcón Salvo, C. (2014).** “Estrategias de aprendizaje en educación superior en un modelo curricular por competencias”. *Revista de la Educación Superior*, 43(172), 123–144.
- **Lourenço, A., Navarro-Loli, J. S., & Domínguez-Lara, S. (2025).** The role of educational psychology in digital transformation for sustainable engineering education. *Sustainability*, 17(14), 6429.

- **Luger, L., Koch, V., Pacher, C., & Zunk, B. M. (2025).** *Investigating the influence of the transition from Industry 4.0 to Industry 5.0 on the education and career development of industrial engineers and managers. Procedia CIRP, 108, 171–176.*
- **Lundberg, A., & Stigmar, M. (2025).** *Higher education teaching quality in the aftermath of the double disruption. Innovative Higher Education.*
- **Marín Llaver, L. R., Suárez Alvarado, R. O., Ortega Franco, J. J., & Boscán Carroz, M. (2025).** *Transformación digital en el aula: herramientas tecnológicas que revolucionan la educación. Ediciones Clío.*
- **Maslova, I., Burdina, G., & Krapotkina, I. (2020).** *The use of electronic educational resources and innovative educational technologies in university education. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 15(16), 4–16.*
- **Mendoza Juárez, Y. L., & Mamani Gamarra, J. E. (2012).** “Estrategias de enseñanza - aprendizaje de los docentes de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional del Altiplano” *Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo, 3(1), 58–67. Universidad Nacional del Altiplano.*
- **Mingaleva, Z. A., & Vuković, N. A. (2020).** *Development of engineering students competencies based on cognitive technologies in conditions of Industry 4.0. International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education, 8(Special Issue),*
- **Ministerio de Desarrollo Productivo de Argentina (MINDP). (s.f.).** “Industria 4.0”. (Consultado el 26 de junio de 2025).
- **Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC). (2019).** “Aspectos básicos de la Industria 4.0”. (Consultado el 26 de junio de 2025).

- **Miranda Veiga, F. J., & Valente de Andrade, A. M.** (2021). *Critical success factors in accepting technology in the classroom: Teachers' point of view. International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(14), 4–17.
- **Muñoz-La Rivera, F., Hermosilla, P., Delgadillo, J., & Echeverría, D.** (2020). *The Sustainable Development Goals (SDGs) as a basis for innovation skills for engineers in the Industry 4.0 context. Sustainability*, 12(16), 6622.
- **Naciones Unidas.** (s.f.). “Educación de calidad – Objetivo de desarrollo sostenible 4”.
- **Nahum Montagud Rubio** (Julio de 2020). “¿Qué son las estrategias de enseñanza y para qué sirven en el contexto educativo?”. (Consultado el 29 de junio del 2025)
- **Navaridas Nalda, F.** (2004). “Estrategias didácticas en el aula universitaria”. Universidad de La Rioja, Servicio de Publicaciones.
- **Noguera-Fructuoso, I., & Valdivia-Vizarreta, P.** (2022). *Perspectivas de profesorado y alumnado sobre el uso intensivo de la tecnología para la enseñanza y el aprendizaje. EDUCAR*, 59(1), 213–229.
- **Omirezak, I., Alzhanov, A., Kartashova, O., & Ananishnev, V.** (2022). *Chat and mobile learning instrument in the development of international educational relations among medical-pharmaceutical students for the concept of “Smart Classroom”. World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 14(3), 82-99.
- **Oracle.** (s.f.-a). “Internet de las cosas (IoT)”. (Consultado el 26 de junio de 2025)
- **Oracle.** (s.f.-b). “¿Qué es Big Data?”. (Consultado el 26 de junio de 2025)
- **Politécnico Grancolombiano.** (septiembre, 2024). “¿Qué son las plataformas digitales?”. POLIVERSO. Recuperado el 17 de julio de 2025.

- **Prakash, K. R., Santhosh, M. S., Purushothama, G. K., & Ramya, M. V. (2021).** *An approach to convert conventional laboratories into IoT-enabled laboratories. International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies, 16(5), 108–120.*
- **QuadMinds.** (Oct 14 de 2021). “Cadena de suministro: ¿Qué es y cuál es su importancia y objetivo?”. (Consultado el 29 de junio de 2025)
- **Repsol.** (s.f.-a). “La Cuarta Revolución Industrial”. (Consultado el 26 de junio de 2025)
- **Repsol.** (s.f.-b). “Gemelos digitales”. (Consultado el 26 de junio de 2025)
- **Rodríguez-Sánchez, C., Orellana, R., Fernández Barbosa, P. R., Borrromeo, S., & Vaquero, J. (2024).** *Insights 4.0: Transformative learning in industrial engineering through problem-based learning and project-based learning. Computer Applications in Engineering Education, 32(6), e22736.*
- **Roy, M., & Roy, A. (2025).** *Título del artículo. IEEE.*
- **Sá, M. J., & Serpa, S. (2020).** *The COVID-19 pandemic as an opportunity to foster the sustainable development of teaching in higher education. Sustainability, 12(20), 8525.*
- **Sánchez Díaz, J. E. (s. f.).** “Investigación académica ¿Qué es y cómo realizarla?”. *QuestionPro. Recuperado el 18 de julio de 2025.*
- **Sánchez-Caballé, A., & Esteve-Mon, F. M. (2023).** *Teaching methodologies with digital technologies in higher education: A systematic literature review. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED), 26(2), 153–171.*
- **SAP.** (s.f.-a). “¿Qué es la Industria 4.0?” SAP. (Consultado el 26 de junio de 2025).
- **SAP.** (s.f.-b). “¿Qué es una fábrica inteligente?” (Consultado el 26 de junio de 2025)

- **SAP.** (s.f.-c). “¿Qué es SCM (gestión de la cadena de suministro) y por qué es importante?”. (Consultado el 29 de junio de 2025)
- **Serrano Gamboa, A. D., & Peña Lozano, C. M.** (2025). *Innovación pedagógica para la asignatura de Formulación y Evaluación de Proyectos en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS.*
- **Serrano Gamboa, A. D., & Peña Lozano, C. M.** (2025). *Innovación pedagógica para la asignatura de Formulación y Evaluación de Proyectos en el Programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Industrial de Santander [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Institucional UIS.*
- **Shannaq, B., Adebaiye, R., Owusu, T., & Al-Zeidi, A.** (2024). *An intelligent online human-computer interaction tool for adapting educational content to diverse learning capabilities across Arab cultures: Challenges and strategies. Journal of Infrastructure, Policy and Development, 8(9), Article 7172.*
- **Sharif, M., & Uckelmann, D.** (2024). *Multi-Modal Learning Analytics in Personalized Education Using Deep Reinforcement Learning Based Approach. IEEE Access, 12, 54049-54065.*
- **Silamani J. Adolf Guirao Goris.** (2015). “Utilidad y tipos de revisión de literatura”. ENE. *Revista de Enfermería, 9(2).* Recuperado el 19 de julio de 2025.
- **Ștefan, I., Barkoczi, N., Todorov, T., Peev, I., Pop, L., Marian, C., Campian, C., Munteanu, S.-C., Flynn, P., & Morales, L.** (2023). *Technology and education as drivers of the fourth industrial revolution through the lens of the new science of learning. En P.*

- Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), HCII 2023. Lecture Notes in Computer Science (Vol. 14004, pp. 133–148). Springer.*
- *Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). (s.f.). “Las integraciones empresariales”. (Consultado el 26 de junio de 2025)*
 - *Szabó, C. M., Bartal, O., & Nagy, B. (2021). The methods and IT-tools used in higher education assessed in the characteristics and attitude of Gen Z. Acta Polytechnica Hungarica, 18(1), 121–140.*
 - *Tekniker. (s.f.). “Sistemas ciber-físicos”. (Consultado el 26 de junio de 2025).*
 - *Torres-Barreto, M. L. (2018). Herramienta didáctica motivacional basada en gamificación y apoyada en TIC para adquirir y aplicar competencias transversales en estudiantes de ingeniería: MOTIVATIC [Working paper]. Universidad Industrial de Santander, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Laboratorio Galea.*
 - *Universidad de los Andes. (2023). “Las cuatro estrategias didácticas de aprendizaje más efectivas en el aula y cinco ejemplos”. Programas Académicos Universidad de los Andes.*
 - *Universidad Europea. (2023). Industria 4.0: qué es, características y cómo puede aplicarse. Recuperado el 26 de junio de 2025, de*
 - *Universidad Internacional de La Rioja. (s.f.). “Fabricación aditiva: qué es y por qué está revolucionando la industria”. (Consultado el 26 de junio de 2025)*
 - *Universidad Veracruzana. (s.f.). “Tipos de investigación”. Recuperado el 18 de julio de 2025, de UV Biblioteca Digital de Humanidades.*
 - *Velázquez, A. (s.f.). “Investigación exploratoria: Qué es, características y ejemplos”. Recuperado el 19 de julio de 2025.*

- **Vrignat, P., Avila, M., Duculty, F., Bardet, C., Begot, S., & Marangé, P. (2025).** *Innovative Pedagogies for Industry 4.0: Teaching RFID with Serious Games in a Project-Based Learning Environment. Education Sciences, 15(8), 953.*
- **WordPress. (2024, 2 de marzo).** *Sin. PNO Journal.*
- **Yang, L., Xiao, S., Wang, T., Shi, Y., & Driggs-Campbell, K. (2023).** *Robotics via Experiential Active Learning with Immersive Technology: A Pedagogical Framework Designed for Engineering Curricula. IEEE.*
- **Zaher, A. A., Hussain, G. A., & Altabbakh, H. (2023).** *An active learning approach for applying STEAMeD-based education in engineering programs. International Journal of Engineering Pedagogy, 13(3), 4–26.*
- **Zhou, Z., Oveissi, F., & Langrish, T. (2024).** *Applications of augmented reality (AR) in chemical engineering education: Virtual laboratory work demonstration to digital twin development. Computers & Chemical Engineering, 188, 108784.*