



HORIZONTE ACADÉMICO

Nuevas tendencias en innovación empresarial desde la perspectiva de las estrategias EGS

Coords.
Marta Peris-Ortiz
Fernando Castelló-Sirvent
Dayanis García-Hurtado



EGREGIUS
ediciones

NUEVAS TENDENCIAS EN INNOVACIÓN EMPRESARIAL
DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS ESTRATEGIAS EGS



H O R I Z O N T E A C A D É M I C O

NUEVAS TENDENCIAS EN INNOVACIÓN
EMPRESARIAL DESDE LA PERSPECTIVA
DE LAS ESTRATEGIAS ESG

Coords.

MARTA PERIS-ORTIZ
FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT
DAYANIS GARCÍA-HURTADO



EGREGIUS
ediciones



Esta obra se distribuye bajo licencia

Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

Egregius editorial autoriza a incluir esta obra en repositorios institucionales de acceso abierto para facilitar su difusión.

NUEVAS TENDENCIAS EN INNOVACIÓN EMPRESARIAL DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS ESTRATEGIAS ESG

Diseño de cubierta y maquetación: Francisco Anaya Benítez

© de los textos: los autores

© de la presente edición: Egregius editorial

Sevilla – 2024

N.º 50 de la colección Horizonte Académico

Primera edición, 2024

ISBN: 978-84-1177-084-2

NOTA EDITORIAL: Los puntos de vista, opiniones y contenidos expresados en esta obra son de exclusiva responsabilidad de sus respectivos autores. Dichas posturas y contenidos no reflejan necesariamente los puntos de vista de Egregius editorial, ni de los editores o coordinadores de la obra. Los autores asumen la responsabilidad total y absoluta de garantizar que todo el contenido que contribuyen a la obra es original, no ha sido plagiado y no infringe los derechos de autor de terceros. Es responsabilidad de los autores obtener los permisos adecuados para incluir material previamente publicado en otro lugar. Egregius editorial no asume ninguna responsabilidad por posibles infracciones a los derechos de autor, actos de plagio u otras formas de responsabilidad relacionadas con los contenidos de la obra. En caso de disputas legales que surjan debido a dichas infracciones, los autores serán los únicos responsables.

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	9
MARTA PERIS-ORTIZ	
FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT	
DAYANIS GARCÍA-HURTADO	

PRIMERA PARTE INNOVACIÓN, EMPRENDIMIENTO Y EDUCACIÓN

CAPÍTULO I. MODELO DE MEDICIÓN DE VALORES ÉTICOS Y PERSPECTIVA DE APLICACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO INNOVADOR EMPRESARIAL Y EDUCACIONAL	15
VÍCTOR MERCADER	

CAPÍTULO II. INTEGRACIÓN DE PERSPECTIVAS DE ESTUDIANTES Y DOCENTES SOBRE EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INNOVACIÓN, CREATIVIDAD Y EMPRENDIMIENTO EN LA UPV	49
ALICIA LLORCA-PONCE	
GREGORIO RIUS-SOROLLA	
ELENA NAVARRO-ASTOR	

CAPÍTULO III. LA INTERSECCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ÉTICA Y SUSTENTABILIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y EMPRESARIAL. ESTUDIO DE CASO	73
HERNANDO RODRÍGUEZ SAMBRANO	

CAPÍTULO IV. EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN EL EMPRENDIMIENTO Y LA INNOVACIÓN REGIONAL: UNA PERSPECTIVA DESDE AMÉRICA LATINA.....	89
GARCÍA HURTADO, DAYANIS	
PERIS-ORTIZ, MARTA	
LÓPEZ SIEBEN, MÓNICA	

CAPÍTULO V. INNOVACIÓN EN LA ECONOMÍA DE COLORES: CASOS Y EXPERIENCIAS DE MUJERES EN BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.....	109
DIANA E. WOOLFOLK-RUIZ	
ALICIA LEÓN-POZO	
INGRID KURI-ALONSO	
SYLVIA PÉREZ-NÚÑEZ	

CAPÍTULO VI. ESG STRATEGIES IN SPANISH MUSEUMS: AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOOD GOVERNANCE SUSTAINABILITY.....	133
CRISTINA SANTOS-ROJO	
CAPÍTULO VII. EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y LA SOSTENIBILIDAD EN LA MEJORA DE COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS: UN EJEMPLO DE PLATAFORMA 3D Y SU CONTRIBUCIÓN A LA INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES EN EL PROYECTO FOOD IMMERSIVE PLATTFORM (FIP).....	153
BEATRIZ IRÚN	
CAPÍTULO VIII. LA DIVERSIDAD DE LOS <i>INFLUENCER</i> VIRTUALES: ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE SU PARTICIPACIÓN EN REDES SOCIALES	177
MÓNICA PÉREZ-SÁNCHEZ	
JAVIER CASANOVES-BOIX	
MÓNICA ISABEL MEJÍA ROCHA	
CAPÍTULO IX. THE NASCENT COLOMBIAN DIGITAL TWIN TECHNOLOGY SERVICES INDUSTRY, A CASE STUDY.....	201
JUAN CAMILO LEGA BARCO	
MARTA PERIS-ORTIZ	
FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT	
CAPÍTULO X. DIGITAL TWIN (DT) TECHNOLOGY FOR ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION: A CRITICAL LITERATURE REVIEW.....	223
JUAN CAMILO LEGA BARCO	
FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT	
MARTA PERIS-ORTIZ	

SEGUNDA PARTE
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES

CAPÍTULO XI. DESARROLLO DE LINEAMIENTOS ÉTICOS SOBRE
EL USO DE LA IA EN EDUCACIÓN SUPERIOR A TRAVÉS
DE MODELOS DE LENGUAJE DE GRAN ESCALA 257

ANTONIO ALONSO-GONZÁLEZ
JAIME A. GOMEZ
CARLOS RUEDA-ARMENGOT
PEDRO NEL VALBUENA-HERNÁNDEZ

CAPÍTULO XII. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA LEY
EUROPEA SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: FORTALEZAS,
VACÍOS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA A LA LUZ DEL
HUMANISMO CÍVICO..... 279

PABLO ÁLAMO
JUAN F. MARTÍN-LAZARO

CAPÍTULO XII. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO
DE RASGOS DE LA PERSONALIDAD EN AGENTES
DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GPTS..... 299

UMBERTO LEÓN-DOMÍNGUEZ
ARELY JOSSELYN GARCÍA JASSO
DANIELA TORRES-SÁNCHEZ
EDNA DENISSE FLORES-FLORES
MARIANA KERIME GÓMEZ-CUÉLLAR

CAPÍTULO XIII. LA INFLUENCIA TRANSFORMADORA DE LOS
MÉTODOS DE DIBUJO EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL 321

CARMEN PEREZ GONZALEZ
LUIS MANUEL MAYO VEGA

CAPÍTULO XIV. ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE LA
DESINFORMACIÓN SOBRE VACUNAS: EL PAPEL DE
LA IA EN LA CREACIÓN DE CONCIENCIA 345

ESTELLES-MIGUEL, SOFIA
APARISI-TORRIJO, SOFIA
GARCIA-HURTADO, DAYANIS
RIUS-SOROLLA, GREGORIO

CAPÍTULO XV. LA IMAGEN DIGITAL POTENCIADA POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LOS <i>INFLUENCERS</i> VIRTUALES.....	365
MÓNICA PÉREZ-SÁNCHEZ	
JAVIER CASANOVES-BOIX	
AMAURY EMMANUEL ORTIZ-GONZÁLEZ	
CAPÍTULO XVI. THE ROLE OF PROFESSIONAL ASOCIATIONS IN CREATING POLICY AND COMERCIAL STANDARDS FOR DIGITAL TWINS IN THE COLOMBIAN AECO INDUSTRY, A CASE STUDY.....	383
JUAN CAMILO LEGA BARCO	
FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT	
CAPÍTULO XVII. DIGITAL TRANSFORMATION AND SUSTAINABILITY IN SMES: A BIBLIOMETRIC APPROACH	401
DANIELA, NIÑO-AMÉZQUITA	
ERNESTO, LEÓN-CASTRO	

En un mundo en constante evolución, la convergencia de la digitalización, la sostenibilidad y la inteligencia artificial (IA) ha alcanzado una relevancia sin precedentes. La IA y las tecnologías emergentes están redefiniendo el panorama empresarial y educativo, transformando no solo las operaciones de las organizaciones, sino también las dinámicas de interacción humana y la toma de decisiones. Sin embargo, la adopción de la IA en diversos contextos plantea importantes cuestiones éticas y normativas que deben ser abordadas para asegurar un uso responsable y equitativo. Asimismo, la proliferación de información en línea ha desencadenado un aumento de la desinformación, subrayando la necesidad de implementar estrategias efectivas que promuevan la conciencia pública y combatan narrativas erróneas.

Esta transformación digital no se limita a la adopción de herramientas tecnológicas; implica, además, un cambio en la cultura organizativa y en la forma en que las empresas interactúan con el medio ambiente y la sociedad. La creciente preocupación por el medio ambiente, la justicia social y la gobernanza ética ha generado un renovado interés en las estrategias ESG (ambientales, sociales y de gobernanza) como motores clave para la innovación empresarial. Este libro titulado "*Nuevas Tendencias en Innovación Empresarial desde la Perspectiva de las Estrategias ESG*" ofrece un análisis profundo y crítico de estas tendencias emergentes y su impacto en sectores como la educación y el emprendimiento.

La primera parte de esta obra, "Innovación, Emprendimiento y Educación," se centra en el papel fundamental que juegan la digitalización y la sostenibilidad tanto en el ámbito empresarial como en el educativo. A lo largo de esta sección, se exploran diversas estrategias innovadoras que las organizaciones pueden implementar para adaptarse a los desafíos actuales, destacando cómo la transformación digital puede ser un catalizador para prácticas sostenibles.

Un tema recurrente es la importancia de la educación emprendedora, que no solo capacita a los líderes empresariales para comprender la intersección entre la sostenibilidad y la digitalización, sino que también fomenta una cultura de innovación abierta. Esta perspectiva es crucial para impulsar el crecimiento responsable, alentando a las empresas y universidades a colaborar con comunidades y otros actores en la creación de soluciones efectivas.

La primera parte del libro también enfatiza la necesidad de desarrollar capacidades digitales que permitan a las organizaciones optimizar sus operaciones y mejorar su rendimiento ambiental. Al abordar los retos asociados con la adopción de prácticas sostenibles, los capítulos presentan casos de éxito que ilustran cómo las organizaciones han logrado equilibrar sus objetivos económicos con un compromiso genuino hacia la sostenibilidad.

La segunda parte de este libro, titulada "Inteligencia Artificial y Tecnologías Emergentes", se centra en el impacto transformador que estas innovaciones están teniendo en diversos sectores, con un enfoque particular en la educación y el entorno empresarial. En un contexto donde la IA y las tecnologías emergentes están redefiniendo la forma en que interactuamos y tomamos decisiones, esta sección destaca la necesidad de establecer lineamientos éticos y normativos que guíen su implementación.

Los capítulos abordan cómo la IA puede ser utilizada para personalizar la educación, mejorar los resultados de aprendizaje y fomentar la conciencia pública frente a la desinformación, especialmente en temas críticos como la salud y las vacunas. Además, se examinan las implicaciones legales y éticas que surgen en torno a la adopción de estas tecnologías, enfatizando tanto las fortalezas como las limitaciones de las normativas actuales.

A medida que avanzamos hacia un mundo más digital y conectado, es crucial que académicos, profesionales y responsables de políticas se unan en un diálogo constructivo sobre estas cuestiones. Este libro no solo busca proporcionar un compendio de conocimientos y experiencias, sino también fomentar una reflexión crítica sobre el papel que

desempeñan la digitalización, la sostenibilidad y la inteligencia artificial en la configuración de un futuro más equitativo y sostenible. En este sentido, la obra se convierte en un recurso valioso para quienes desean explorar y comprender las dinámicas que darán forma a nuestra sociedad en las próximas décadas.

Los autores de este libro son académicos e investigadores comprometidos con la innovación y la sostenibilidad en sus respectivos campos. Cada uno aporta una perspectiva única, respaldada por su experiencia en investigación, enseñanza y práctica profesional. Su trabajo no solo refleja un profundo conocimiento de las tendencias actuales en innovación empresarial, sino que también demuestra un firme compromiso con la promoción de estrategias ESG que beneficien a la sociedad en su conjunto. Al compartir sus conocimientos y experiencias en esta obra, los autores crean un diálogo enriquecedor que invita a los lectores a explorar nuevas posibilidades en el ámbito de la innovación.

Este libro no solo es una recopilación de investigaciones académicas, sino también una llamada a la acción para todos los que buscan contribuir a un futuro más sostenible y ético en el ámbito empresarial. La fusión de la innovación y la IA con estrategias ESG no es solo una tendencia actual, sino una necesidad imperante en un contexto global que enfrenta desafíos ambientales y sociales sin precedentes.

Invitamos a los lectores a sumergirse en estas páginas, a reflexionar sobre el conocimiento compartido y a adoptar una mentalidad abierta frente a las posibilidades que se presentan. Al hacerlo, nos unimos en la misión de construir un camino hacia un mundo empresarial más responsable, inclusivo y resiliente.

MARTA PERIS-ORTIZ
FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT
DAYANIS GARCÍA-HURTADO
Universitat Politècnica de València (UPV)

PRIMERA PARTE

INNOVACIÓN, EMPRENDIMIENTO Y EDUCACIÓN

MODELO DE MEDICIÓN DE VALORES ÉTICOS Y PERSPECTIVA DE APLICACIÓN EN EL COMPORTAMIENTO INNOVADOR EMPRESARIAL Y EDUCACIONAL

VÍCTOR MERCADER
CETYS Universidad, México

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MARCO CONCEPTUAL Y FUNDAMENTO INTRODUCTORIO E INNOVADOR

Comencemos enfatizando que la ética nace con el ser humano y no la vemos ni tocamos ni olemos ni escuchamos, pero vibra dentro de nuestro ser por ser energía e influye en la educación de forma contundente (Alam, 2022b; Calp, 2020; De Stasio et al., 2019; Dewey, 2023; Mercader, 2022). La ética conformada y representada por la sumatoria de valores éticos es intangible y pasa a ser el eje fundamental para tomar decisiones y concebir resultados que beneficien y no perjudiquen (Anderson & Burchell, 2021; Kim et al., 2016; Mercader, 2006). Es por ello, que aplicar ética en la educación y en la vida empresarial es imprescindible y siempre de utilidad práctica y productiva (Mercader, 2019). De allí que la ética resulta ser una especie de imán de forma recíproca para la responsabilidad social y su factible aplicación práctica logrando mayor satisfacción en el trabajo (Valentine & Fleischman, 2008). Es por ello, que Page (2012) por medio de cuatro principios puede medir y deducir o predecir si la toma de decisiones asumida en la ética de salud o médica es apropiada o no.

Adicionalmente, las personas buscan bienestar integral donde la ética es esencial, es decir, interna y externa con equilibrio y armonía, lo cual

implica felicidad (Alam, 2022a; Boorstein, 2008; Bufford et al., 2022). Ese es el gran reto para las relaciones entre las personas en los diferentes entornos de vida y trabajo donde se desenvuelven y donde buscar bienestar denotando los aspectos de vida (Weziak-Bialowolska et al., 2020).

Las discusiones y perspectivas filosóficas de su esencia pueden variar, y haber sido muy diversas a través de los siglos e incluso confundidas y manipuladas según los intereses de personas o grupos, pero su autenticidad sigue siempre presente. Los estudios de Melé (2022) muestran, justamente, las diferencias, tendencias y comparaciones de la ética empresarial o de negocios entre Europa y América.

Las investigaciones al respecto han sido muy numerosas, pero no tanto en el análisis práctico y aplicable de las variables involucradas en la investigación- metodología presentada; y menos aún, en la creación y determinación de metodologías, las cuales son escasas, para poder evaluar y cuantificar dichas variables y obtener resultados numéricos de los valores éticos y de su influencia e impacto. Por ello, es conveniente considerar la relevancia de la toma de decisiones, según Irwin & Naylor (2009) y sopesar los pros y contras que generan los valores éticos para poder determinar lo que hay que incluir o excluir en los procesos y en los resultados.

De allí, que el concentrarse en las tendencias y métodos o modelos éticos para conocer mejor la realidad existente, a través de mediciones cuantificables, es un aporte relevante, interesante y, en general, necesario.

Surge así, la importancia de que todos los estudiantes y profesionales deberían tener la posibilidad de conocer herramientas de autoevaluación y evaluación referidas a valores éticos ya que, aunque estos sean intangibles, realmente son los generadores energéticos que logran la transformación de la fijación de objetivos y metas en lo tangible, resultados y logros (Gibson, 2023; Mercader et al., 2021).

Además, a modo empresarial y de trabajo, las organizaciones, instituciones y empresas comprenderán mejor su capacidad de concebir beneficios de múltiple tipo, a través del poder de la ética en las muy diversas

dimensiones que el sector empresarial y económico requieren, y manejan en su esencia, en el día a día y, a nivel local y global (Bañón-Gómis, 2011; Camilleri, 2022; Rendtorff, 2019). Por citar algunas como ejemplo, la productividad, competitividad, comunicación, comportamiento organizacional, trabajo en equipo, efectividad y muchas más. Además, es imposible pensar que se logrará surgir de modo sostenible en estas dimensiones sin valores como son la responsabilidad, cumplimiento, respeto, aprendizaje, honestidad, integridad, y muchos otros más valores (Banks, 2020; Watkins et al., 2022).}

1.2.1. Tendencias del conocimiento ético aplicable

Las tendencias de interpretación e incluso manipulación, en ocasiones, del uso de los valores éticos son múltiples y variadas pero la intención de este análisis se enfoca en poder preparar, en base a valores éticos y de forma lógica, y sencilla a la vez, a los dirigentes, graduados universitarios, profesionales, educadores, educandos y empleados, y de allí, hacerlo viable y expansivo a todo ser humano (Bakker et al., 2020; Espinoza et al., 2021). De esta forma y con la ayuda de estas herramientas será más accesible y fácil, otorgar el poder de dar resultados cuantificables y medibles que son necesarios y útiles en cualquier toma de decisiones. Si se educa tanto a nivel de institución educativa como a nivel de empresa y a todo nivel de jerarquía y especialidad en base a valores éticos, la combinación híbrida del factor o segmento productivo e innovador y financiero como del factor humano y de conciencia del beneficio social, las posibilidades serán generadoras de un mundo con beneficio común donde se juegue siempre en el ganar-ganar sin que haya perdedores.

Simultáneamente, el prepararse para que el profesional o educando sea capaz de desarrollar y presentar proyectos innovadores aplicables y útiles para las empresas, familias, sociedad y países que logren beneficiar de forma integral al ser humano de muy diferentes formas y en base a los principios éticos, pasará a ser parte de la mentalidad colectiva responsable de encontrar soluciones y, de allí, tener una humanidad más productiva, ética y feliz (Hunsaker, 2022).

1.2.2. Comportamiento innovador

Se ha iniciado con este milenio, y sobre todo en los últimos 5 años, una etapa del vivir donde vertiginosamente la innovación nos abruma y hace cambiar una gran mayoría de los paradigmas y costumbres que hemos tenido por años. Es por ello, que Taherian et al. (2021) consideran que hay una relación consistente del comportamiento innovador junto con las perspectivas y el manejo de conflictos creados que requieren lograr soluciones en base a una mayor conciencia de trabajo y un sentimiento de felicidad más frecuente. De allí que İşıaıçık (2019) insiste en la relación del comportamiento innovador con la responsabilidad social y la espiritualidad en el trabajo.

Hay que enfatizar que los niveles de información son extraordinarios y al igual, las áreas con posibilidades de innovación, pero tienen un común denominador, el cual es que no pueden sobrevivir si no se tiene como fundamento esencial la ética y si no se trabaja con ciertos niveles de satisfacción y, por ende, de felicidad (Al-Shami et al., 2023; Atti & Abdulhussein, 2023; Aydan & Tamer, 2022; Ferauge, 2012; Ramadhani et al., 2022; Sánchez-Hernández et al., 2023).

El tema de innovación hoy en día es un generador de cambio y adaptación y de allí, que el comportamiento innovador haya pasado a ser un elemento necesario en toda empresa, organización y también trabajo a cualquier nivel y, que requiere de la aplicación de ética. Se han relacionado diferentes publicaciones que incluían la innovación y/o el comportamiento innovador.

Es necesario mencionar también que, a nivel empresarial, ofrecer empoderamiento y soporte con fines de innovación es un reto positivo y usual de estos últimos años (Paruzel et al., 2023; Rhee et al., 2017; Li et al., 2020). Este hecho, de tratar de provocar e incentivar una mente creativa e innovadora, ha tenido algunos predecesores como Link et al. (1991). Se puede afirmar que hay una corriente dinámica y consistente de innovación en pro de la responsabilidad social, y viceversa, lo que indica un incremento de la mentalidad más humanizada y ética, a pesar de las realidades nefastas que existen (Afridi et al., 2020; Ahmad et al.,

2021; Briones-Peñalver et al., 2018; Kim et al., 2018; Li et al., 2019; Mulej et al., 2018; Rongbin et al., 2022; Ubius & Alas, 2012; Wu et al., 2021). Entran así, numerosas variables como el neuroliderazgo que muestra Ruiz-Rodríguez et al. (2023) que alimentan la mentalidad del comportamiento innovador, así como como son también, la cooperación, motivación, empoderamiento, espíritu de reto y logro, estados anímicos y otras, las cuales han sido acogidas, de una u otra manera, por diferentes autores como los recién citados previamente, quienes se han involucrado con pasión en estas variables en relación con el comportamiento innovador.

2. OBJETIVO

El autor presenta con este método, las amplias posibilidades de generar y utilizar un modelo de medición de lo intangible, representado por los valores éticos, que impactan y son de gran utilidad para tomar decisiones que generen soluciones beneficiosas y que no dañen a otros. Se refiere al denominado Método de aplicación de la Matriz de Valores Éticos (MMVE) y que incluye sus aplicaciones y posibilidades de obtener información y mediciones de buen uso a nivel empresarial y organizacional, sin dejar de poderse aplicar a nivel social, de país e incluso familiar.

Adicionalmente, mostrar cómo se puede utilizar el método enfocado con diferentes aplicaciones y con gran número de variables y subvariables. Se muestra de forma breve, pero aplicable, su aplicación con las variables más significativas obtenidas de modo empírico por el autor, vinculadas con el comportamiento innovador.

3. METODOLOGÍA Y APLICACIÓN DEL MÉTODO

3.1. MÉTODO DE APLICACIÓN Y TOMA DE DECISIONES DE LA MATRIZ DE VALORES ÉTICOS (MMVE)

La metodología tiene la particularidad de poder ser aplicable a todo nivel y tipo de organización y se considera que pueda tener relevancia y sobre

todo aplicabilidad en los diferentes medios en que el ser humano se desenvuelve. Además, tiene la ventaja, en general, de que cumple con el privilegio de ser atemporal, es decir, no genera obsolescencia a través del tiempo, dado que se adapta según las personas, empresas o centros educacionales a quienes se aplica y a las áreas de involucramiento, gracias a su capacidad de mantener su flexibilidad.

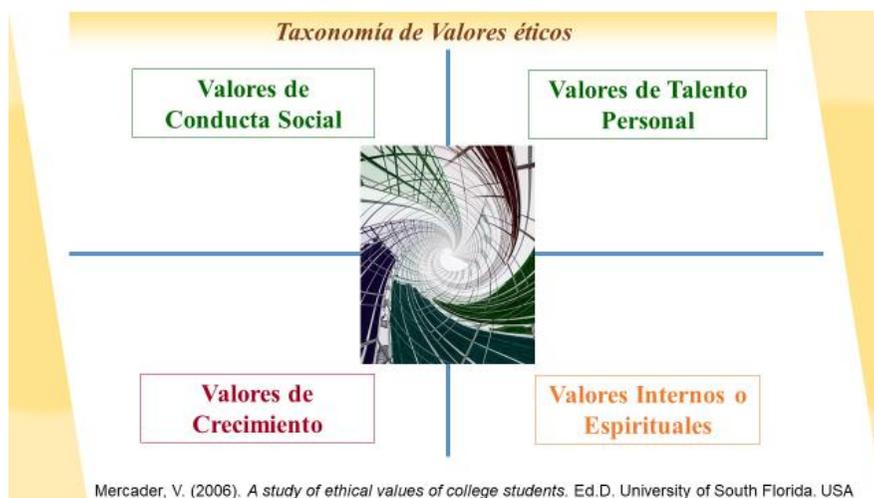
3.2. TAXONOMÍA UTILIZADA DE VALORES ÉTICOS

Este método utiliza y maneja de modo factible y práctico la taxonomía de valores éticos producto de investigación y con validación de la misma (Mercader, 2006; Mercader et al., 2021) donde se analizan las cuatro categorías o categorizaciones resultantes producto de la investigación mencionada. A saber: Valores de conducta social, Valores de crecimiento, Valores de talento personal y valores internos o espirituales.

Cada una de las categorías se compone de 7 valores éticos o indicadores que todo líder, empresario, emprendedor, educador, educando, trabajador y persona en general, podría y debería aplicar en su vida y trabajo, tanto como autoevaluación o como evaluador de terceros. Se ha de comentar que los valores seleccionados de la taxonomía derivan del análisis teórico de 28 listas de valores de diferentes autores de diferentes tiempos o épocas, y de un estudio empírico con estudiantes de universidad y posteriormente, con titulados universitarios que suman un total de 360 valores percibidos por las muestras respectivas, sin incluir valores repetidos.

Se muestra la Figura 1 con las categorías y a posteriori, la Figura 2 con las categorías y sus correspondientes valores, donde se aprecia lo recién expuesto.

FIGURA 1. Categorías y/o tipos de Valores Éticos



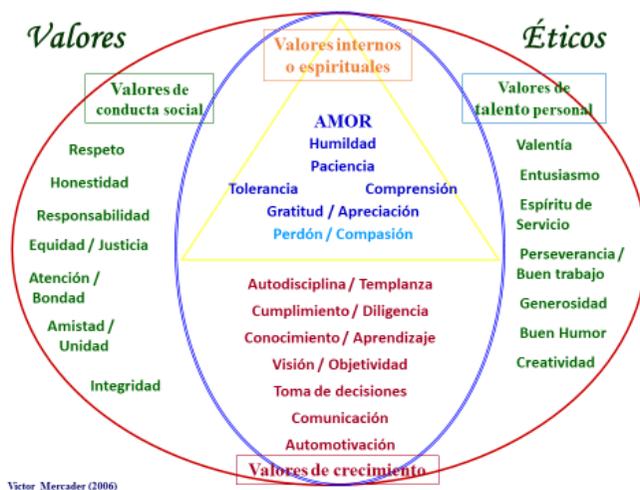
Se cita también que, de los 28 valores del modelo desarrollado existen 10 de ellos que se decidieron colocar con doble valor, es decir, dos valores como un solo valor, dada su intrínseca relación entre los dos. Se citan a continuación.

- Tres que son dobles en la categoría de valores de conducta social, como son: Equidad / Justicia, Atención / Bondad y Amistad / Unidad.
- Cuatro en la categoría de valores de crecimiento, como son: Autodisciplina / Templanza, Cumplimiento / Diligencia, Conocimiento / Aprendizaje y Visión / Objetividad.
- Uno en la categoría de valores de talento personal, como son: Perseverancia / Buen Trabajo
- Dos en la categoría de valores internos o espirituales, como son: Gratitud / Apreciación y Perdón / Compasión.

Se puede apreciar también que los valores de Conducta social con los valores de Crecimiento son los más tomados en cuenta por las personas pues han sido los más inculcados por la familia y en la educación, lo cual implica que el concienciarlos resulte ser más usual y en principio de

mayor relevancia. Los de Talento personal se conocen bien, pero son más circunstanciales y a veces, se interpretan como cualidades que caracterizan a las personas y pasan a ser como un plus en muchas ocasiones. Los valores internos o espirituales son menos mencionados y analizados por las mayorías, sin embargo, son esenciales en el vivir dada su dimensión holística e integral que tiene la virtud de ser la fuente transformadora capaz de generar armonía y felicidad. Punto que hoy en día, en creciente número, se ha estado y está investigando de forma académica y científica, confirmando la necesidad empresarial de tener gerentes y directivos felices en las empresas. Es así, cómo de este modo se contagia en sentido proactivo y positivo a los empleados generando una mayor productividad, empoderamiento y un ambiente laboral agradable y motivador, y con mayor espíritu de colaboración.

FIGURA 2. Taxonomía de Valores Éticos



3.3. APLICACIÓN DE LA MATRIZ DE VALORES ÉTICOS (MMVE)

Una vez, mostrados los dos gráficos se procede a mostrar la aplicación y uso para poder medir los valores y su influencia. Para ello, se utilizará

una matriz de valoración y de priorización de la aplicación de valores éticos que puede adaptarse a muy diversas dimensiones o áreas de las empresas, sociedad, familia y otros.

Al aplicarse el método se obtendrán resultados numéricos, los cuales se presentan en dos opciones factibles que llamaremos La simple o primaria, mientras que a la otra se denominará La ponderada o avanzada, lo que deduce a primera vista su relevancia o exactitud. Se aconseja realizar ambas para darnos cuenta a posteriori, las diferencias obtenidas de priorización y de evaluación. Al realizarlo, se podrá percibir una mayor y positiva percepción que ayudará, de forma más integral y completa, a solucionar situaciones que no dejan de acontecernos en los procesos enfocados en pro del logro.

Se presenta la Matriz de Valores Éticos (MMVE) que contiene los 28 valores éticos de la taxonomía y que se puede aplicar a las empresas, educación, familias, sociedad, países y humanidad en la Tabla 1.

Los entornos o dimensiones mostrados son los esenciales donde el ser humano crece, actúa y se desarrolla en positivo o negativo, según se apliquen los valores de un modo u otro. No solo es en estos entornos donde se pueden aplicar los valores y la metodología aplicada. Podríamos hacerlo, por ejemplo, aplicado a:

Educación

- En diferentes niveles educativos
- En instituciones educativas públicas y privadas
- A profesores, alumnos, personal administrativo y adicionales
- En muy diferentes situaciones a resolver que brinden la oportunidad de encontrar y aplicar soluciones.

Empresas

- Departamentos de empresas, organizaciones, instituciones, centros de capacitación y enseñanza y otros
- Diferentes tipos de trabajo o de empresas, clusters, carreras o

- profesiones, deportes, media
- Diferentes dimensiones empresariales, procesos, objetivos, resultados, consecuencias
 - Diferentes situaciones para resolver que se nos presentan en nuestra vida personal y profesional

Las posibilidades son casi infinitas pues los valores están presentes en pensamiento y acción de todo ser humano y de organizaciones, en todo en lo que se involucran, directa e indirectamente.

Tabla 1. Matriz de Valores Éticos (MMVE) para aplicación y toma de decisiones

Valores de Conducta social	Em-presa	Educa-ción	Socie-dad	Familia	País
Respeto					
Honestidad					
Responsabilidad					
Equidad / Justicia					
Atención / Bondad					
Amistad / Unidad					
Integridad					
Valores de Crecimiento	Em-presa	Educa-ción	Socie-dad	Familia	País
Autodisciplina / Templanza					
Cumplimiento / Diligencia					
Conocimiento / Aprendizaje					
Visión / Objetividad					
Toma de decisiones					
Comunicación					
Automotivación					
Valores de Talento personal	Em-presa	Educa-ción	Socie-dad	Familia	País
Valentía					
Entusiasmo					
Espíritu de Servicio					
Perseverancia / Buen trabajo					
Generosidad					
Buen Humor					

Creatividad					
Valores Internos o espirituales	Em- presa	Educa- ción	Socie- dad	Familia	País
Amor					
Humildad					
Paciencia					
Tolerancia					
Comprensión					
Gratitud / Apreciación					
Perdón / Compasión					

Una vez expuesta la Matriz en sí, se mostrarán los pasos a seguir para su aplicación como ejercicio a implementarse a modo de autoevaluación o de evaluación de equipos y se podrán analizar los resultados pertinentes.

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y APLICACIONES MOSTRADAS

4.1.1. Aplicación simple o primaria

1. Se le pide normalmente a la persona: Nombre, edad, profesión, nacionalidad, tipo y tamaño de empresa, años laborando en su profesión y otros datos demográficos que se decidan añadir. Si lo vemos desde el punto de vista de un instructor, profesor o investigador da la oportunidad que, con los resultados obtenidos del equipo o muestra que hayan realizado esta autoevaluación, se puedan generar cruces con las variables demográficas y de allí, relaciones que pueden ser informativas, formativas y aleccionadoras para aplicarse a la realidad existente de muchas organizaciones.
2. Se aclara que se deben evaluar cada uno de los 7 valores o constructos de cada categoría de 1 a 10, sin repetir el número, de acuerdo con el criterio propio y no necesariamente de forma

consecutiva, siendo 10 el más alto y uno el más bajo. Es así como para una categoría, por ejemplo, de Valores de Conducta social en empresas (según Tabla 2) la evaluación es 10, 9, 6, 8, 5, 4, 7 y, en otra categoría, por ejemplo, de Valores de Crecimiento es 5, 9, 8, 10, 7, 6, 4, dando así, valoración a cada valor o constructo de la categoría. Esta estrategia de tener que calificar de 1 a 10 sin repetir, obliga al participante, que prepara la matriz, a pensar más profundamente sobre la prioridad o relevancia de cada una de las variables según su criterio, ya que tendemos a colocar altos índices y muy similares sin poder revisarnos con diferencias, aunque sean sutiles. Ejemplo: Si dejamos que se repitan los números de evaluación, seguramente, encontraremos casi todos entre 8, 9 y 10 pues a las personas no les gusta colocar números bajos al autoevaluarse y solo lo hacen cuando se están quejando de otros, o todo lo ven mal. Hay que sincerarse pues el reto es con uno mismo; por ello, hay veces que no logramos la meta al nivel que hubiéramos deseado pero la meta y el reto de lo realizado es mayor a lo logrado anteriormente por nosotros, lo que implica que hemos avanzado y que estamos superándonos; en realidad, somos ganadores en nuestro nivel, aunque otros lo hayan hecho mejor.

3. Se realiza el ejercicio tanto a nivel de persona (autoevaluación) como a nivel de empresa (evaluación) según la percepción que tiene la persona respecto a la empresa donde labora o a su trabajo. Es necesario aclarar que a nivel personal contestará las cuatro categorías, es decir los 28 valores que pertenecen a las categorías de conducta social, crecimiento, talento personal y valores internos o espirituales, mientras a nivel de empresa (evaluación), la persona contestará solamente 14 valores que corresponderán a las categorías de conducta social y crecimiento, si así prefiere. La razón de esta sugerencia es porque los valores de estas últimas dos categorías mencionadas no son considerados por las empresas de mayor impacto bajo la

perspectiva empresarial, y algunos de ellos no son, en general, tan significativos para el desempeño laboral.

4. Los resultados se pueden o deben graficar en la forma que se prefiera, bien sea como radar, histograma, barras, círculos, áreas, conos, fluctuaciones, cartesianos u otros para tener una visualización mejor y que ayude a la comprensión en su presentación.
5. La Tabla 2 muestra la matriz completada por una persona, realizándolo primero a modo personal en la modalidad simple y posteriormente, se mostrará como observador de manera que evaluará bajo su percepción la realidad de la empresa, trabajo o núcleo educativo, como se explicó previamente.

Tabla 2. Matriz de Valores Éticos (MMVE). Ejemplo de respuesta individual de sí mismo. Autoevaluación.

Valores de Conducta social	Empresa	Educación	Sociedad	Familia	País
Respeto	10	8	9	7	5
Honestidad	9	10	8	6	6
Responsabilidad	6	7	10	5	7
Equidad / Justicia	8	6	7	8	4
Atención / Bondad	5	9	5	4	2
Amistad / Unidad	4	5	4	10	1
Integridad	7	4	6	9	3
Valores de Crecimiento	Empresa	Educación	Sociedad	Familia	País
Autodisciplina / Temperanza	5	5	1	4	3
Cumplimiento / Diligencia	9	8	3	9	2
Conocimiento / Aprendizaje	8	4	6	5	7
Visión / Objetividad	10	3	4	6	6
Toma de decisiones	7	9	8	8	4
Comunicación	6	6	7	10	5
Automotivación	4	7	2	7	1

Valores de Talento personal	Empresa	Educación	Sociedad	Familia	País
Valentía	5	3	3	7	1
Entusiasmo	7	9	9	10	6
Espíritu de Servicio	8	7	6	6	4
Perseverancia / Buen trabajo	9	5	5	4	7
Generosidad	2	8	4	5	2
Buen Humor	3	4	8	9	3
Creatividad	6	6	7	8	5
Valores Internos o espirituales	Empresa	Educación	Sociedad	Familia	País
Amor	2	10	3	7	5
Humildad	5	4	4	5	1
Paciencia	7	7	6	6	6
Tolerancia	6	6	7	8	7
Comprensión	8	8	5	9	4
Gratitud / Apreciación	9	9	8	10	8
Perdón / Compasión	3	5	2	4	2

Después de observar los resultados de autoevaluación en todos nuestros entornos de acción y de desempeño en base a los 28 valores éticos de la taxonomía, podemos asegurar que:

Conocernos a nosotros mismos es el reto más difícil por resolver en nuestra vida, y que aplica al ser humano en todas las esferas de su entorno y de relaciones humanas y de trabajo.

A continuación, se realiza la evaluación a la empresa donde se labora u otra seleccionada si se prefiere, según el criterio de la persona, considerando solo las categorías de Valores de conducta social y de Valores de crecimiento y se obtiene la Tabla 3 que se muestra seguidamente.

Tabla 3. Matriz de Valores Éticos (MMVE). Ejemplo de respuesta de Evaluación a la empresa por parte de la persona o individuo.

Evaluación a Empresa – Trabajo	
Valores de Conducta social	Empresa
Respeto	9
Honestidad	5
Responsabilidad	7
Equidad / Justicia	4
Atención / Bondad	3
Amistad / Unidad	2
Integridad	6
Valores de Crecimiento	
Autodisciplina / Templanza	3
Cumplimiento / Diligencia	9
Conocimiento / Aprendizaje	8
Visión / Objetividad	5
Toma de decisiones	6
Comunicación	7
Automotivación	4

Se incluyen a continuación, como ejemplo, los gráficos producto de los datos obtenidos de la evaluación de la empresa por la persona del ejemplo. Los gráficos se muestran en forma diferente para tener más opciones y recordar que cada persona es libre de seleccionar la forma que más le sea agradable o crea que es la más conveniente. Se han realizado dos gráficos para la categoría de valores de conducta social y dos para la de valores de crecimiento como muestra.

Gráfico 1(a). Evaluación de Valores Éticos de Conducta social



Gráfico 1(b). Evaluación de Valores Éticos de Conducta social

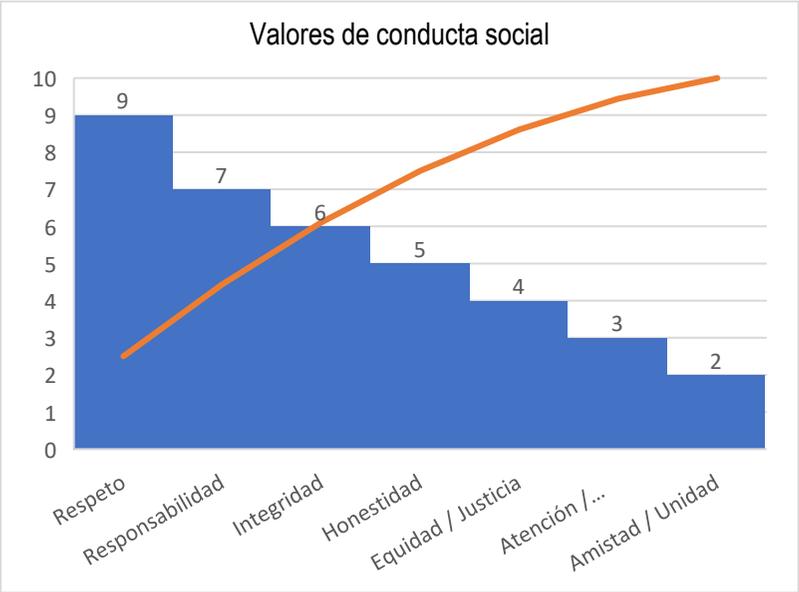


Gráfico 2(a). Evaluación de Valores Éticos de Crecimiento

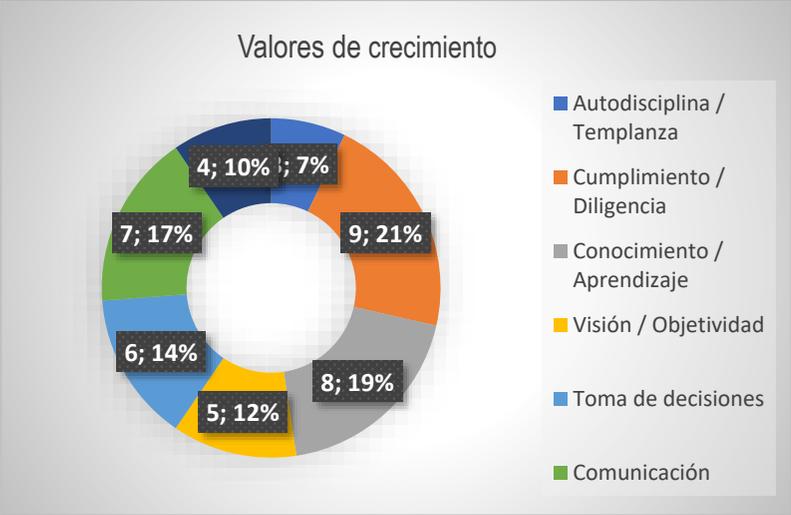
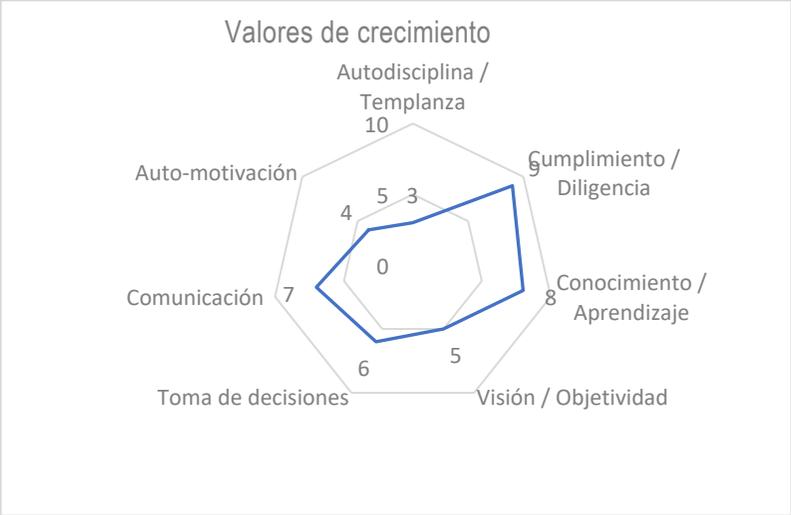
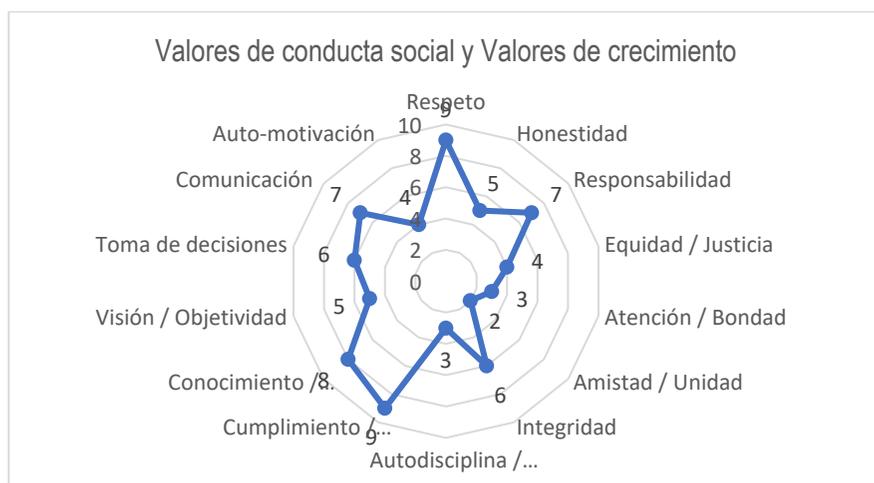


Gráfico 2(b). Evaluación de Valores Éticos de Crecimiento



Adicionalmente a estos gráficos por categoría, se muestra uno que incluye las dos categorías que se han tomado para el análisis de las empresas como ejemplo, en un solo gráfico y que se muestra a continuación.

Gráfico 3. Evaluación de Valores Éticos de Conducta social y de Crecimiento



Es importante señalar que estos gráficos se han realizado solamente al aplicar los valores éticos de la taxonomía en la dimensión o entorno de Empresa, en la evaluación realizada por el individuo o persona a la empresa y solo a los valores de conducta social y a los valores de crecimiento como ejemplo.

De modo similar se podría o debería hacer a nivel de educación, familia, sociedad, amigos/grupo, país y humanidad incluyendo también las categorías de valores de talento personal y de valores internos o espirituales. Por supuesto, la cantidad de gráficos e incluso sus factibles combinaciones serían muy numerosas, obligando a muchas más páginas y por ello, no se han incluido en este estudio.

También, si se toma una muestra de personas o un equipo de trabajo, se podrían haber realizado gráficos producto de los cruces de variables

demográficas con las categorías y con las dimensiones o entornos factibles de estudio, lo cual nos demuestra la amplitud y posibilidades de este método que tanto estudiantes como profesores y empleados como directores empresariales pueden utilizar para identificar su realidad de vida y de trabajo y así, identificar la data y sus resultados en pro del mejoramiento integral que beneficia a todos en conocimiento y en su aplicabilidad empresarial, educacional, social, familiar y personal.

4.1.2. Aplicación ponderada o avanzada

Esta aplicación no ha sido integrada a este capítulo por cuestión de falta de espacio permitido dado que sería mucho más extenso y sobrepasaría el número de palabras admitido.

Por lo tanto, se ha dejado para una publicación posterior que podría ser incluso, un solo libro con mucha mayor amplitud, detalles y ejemplos de diferentes eventos, situaciones y soluciones empresariales, educativas y otras.

Lo que se hará es dar una breve introducción a la misma.

Esta versión es similar a la anterior con la diferencia que, como cada persona es diferente, según sea su estilo, perfil o forma de ser, puede darle una valoración de importancia a cada uno de los 28 valores éticos de la taxonomía utilizada, la cual va a variar según la dimensión o entorno que se analice. Para aclarar este punto, se puede decir que, por ejemplo, si se trata de valores como buen humor, valentía, generosidad, amor, humildad, perdón/compasión y otros, la importancia de estos valores y por ende su ponderación, será muy diferente si analizamos dimensiones diferentes como son empresa, educación, familia, sociedad, amigos/grupo, país o humanidad. Por lo tanto, al calificar de 1 a 10 simplemente los resultados, como hemos hecho anteriormente, no serán tan específicos o efectivos en el sentir real y en el cómo le afecta el resultado a la persona.

Se intentará explicarlo de manera simple para mayor comprensión.

Lo fundamental en este procedimiento que añade ponderaciones es saber que tendremos un factor o número de ponderación que asignamos a cada valor ético (la importancia del valor según el criterio de la persona o participante) y por la otra parte, la calificación que indica, como en el caso anterior, cómo la persona se percibe y cualifica a sí mismo en cada valor ético. Una vez teniendo ambos números se procede a multiplicarlos y da un valor total para cada valor que tiende a ser más real y adaptado a la persona, y el cual se utilizará para los gráficos respectivos.

El factor de ponderación o de importancia de los valores evaluados se calificará de 1 a 10 también, sin embargo, en esta ocasión sí se podrán repetir los números, con una restricción, fuertemente sugerida, de no más de tres veces por categoría. Se mostrará como ejemplo, la Tabla 4, solo a Empresa y a categorías de Conducta social y Crecimiento.

Tabla 4. Matriz ponderada de Valores Éticos (MMVE). Ejemplo de respuesta individual de sí mismo en la dimensión de empresa. Autoevaluación.

	Empresa	Empresa	Empresa
Valores de Conducta social	Factor de Ponderación Importancia	Calificación Autoevaluación	Total
Respeto	10	10	100
Honestidad	10	9	90
Responsabilidad	10	6	60
Equidad / Justicia	8	8	64
Atención / Bondad	7	5	35
Amistad / Unidad	6	4	24
Integridad	9	7	63
Valores de Crecimiento			
Autodisciplina / Templanza	7	5	35
Cumplimiento / Diligencia	10	9	90
Conocimiento / Aprendizaje	10	8	80
Visión / Objetividad	9	10	90
Toma de decisiones	8	7	56
Comunicación	9	6	54
Automotivación	8	4	32

5. DISCUSIÓN

Lo visto hasta el momento ha sido enfocado principalmente en la metodología mostrada en este capítulo, Método de aplicación y toma de decisiones de la Matriz de Valores Éticos (MMVE) que es el núcleo o epicentro de este estudio. Sin embargo, se desea hacer énfasis en las posibilidades de otras aplicaciones, incluyendo los valores éticos de la taxonomía utilizada, u otros valores seleccionados o de mayor interés del evaluador o investigador.

Tomaremos como ejemplo, de forma breve, pero aplicable, su aplicación con las variables más significativas obtenidas de modo empírico por el autor, vinculadas con el comportamiento innovador en estudio reciente presentado, y en espera de publicación.

Variables prioritarias con Mentalidad del Comportamiento Innovador

- Cooperación
- Motivación
- Liderazgo
- Empoderamiento
- Estado de Ánimo
- Cultura Organizacional
- Identidad empresarial

Se pretende así, mostrar cómo se puede utilizar el método enfocado con diferentes aplicaciones y con gran número de variables y subvariables como se mostrará posteriormente. Se presenta solo de forma simple pero lo ideal es hacerlo con ponderación, es decir, de forma más avanzada y con mayor detalle. Hay que recordar que todos los pasos explicados en el estudio son factibles de realizar, pero ha sido, por espacio, limitado en el texto. Lo importante o sustancial es hacerlo individual y en grupo para obtener consenso o promedios.

Tabla 5. Matriz comparativa de Valores Éticos de la opción simple/primaria con las variables del Comportamiento innovador tomadas de estudio anterior en la dimensión de empresa.

Evaluación del Comportamiento Innovador en Empresa – Trabajo	Cooperación	Motivación	Liderazgo	Empoderamiento	Estado de ánimo	Cultura organizacional	Identidad empresarial
Valores de Conducta social							
Respeto	10	4	9	5	4	10	7
Honestidad	9	5	7	9	2	9	8
Responsabilidad	7	7	8	10	3	8	10
Equidad / Justicia	8	6	6	8	5	7	6
Atención / Bondad	4	9	3	4	8	3	3
Amistad / Unidad	5	8	2	6	6	4	5
Integridad	6	10	10	7	7	6	9
Valores de Crecimiento							
Autodisciplina / Templanza	4	4	4	4	3	5	2
Cumplimiento / Diligencia	5	7	6	8	8	7	5
Conocimiento / Aprendizaje	7	5	5	9	7	6	7
Visión / Objetividad	8	8	9	10	10	10	8
Toma de decisiones							
Comunicación	10	9	8	6	5	9	9
Automotivación	6	10	7	5	9	4	4

Se muestra en la siguiente sección un espectro enorme de aplicaciones factibles medibles con dimensiones diferentes y otros elementos o variables con las que se puede trabajar y combinar con los valores éticos.

Tabla 6. Matriz factible de Interrelación de Valores éticos – Dimensiones empresariales - Departamentos en las empresas de diferentes tipos.

Categorías y Valores éticos	Dimensiones Organizacionales	Departamentos de las empresas
Valores de Conducta Social	ÉTICA	Producción
Respeto	LIDERAZGO y TIPOS DE LIDERAZGO	Ventas
Honestidad	PRODUCTIVIDAD	Finanzas
Responsabilidad	COMUNICACIÓN	Recursos humanos
Equidad / Justicia	MOTIVACIÓN	Mercadotecnia / Marketing
Atención / Bondad	COMPETITIVIDAD	Atención y Relaciones con clientes
Amistad / Unidad	NEGOCIACIÓN	Mantenimiento
Integridad	COMPORTAMIENTO ORGANIZACIONAL	Almacén y Depósitos
Valores de Crecimiento	TRABAJO EN EQUIPO	Entrada/Salida
Autodisciplina / Temperanza	TOMA DE DECISIONES	Distribución
Cumplimiento / Diligencia	SUSTENTABILIDAD EMPRESARIAL	Suministro y Proveedores
Conocimiento / Aprendizaje	SOLUCIÓN - MANEJO DE CONFLICTOS	Diseño / Ingeniería
Visión / Objetividad	CALIDAD DE VIDA Y DE TRABAJO	Creatividad e Innovación
Toma de decisiones	ESTRATEGIAS	Control de Calidad
Comunicación	EMPRENDIMIENTO	Capacitación / Entrenamiento
Automotivación	INTRAEMPRENDIMIENTO	Contrataciones
Valores de Talento personal	RESPONSABILIDAD SOCIAL	Nóminas y Presupuestos
Valentía	EMPRENDIMIENTO SOCIAL	Compras / Cobros
Entusiasmo	INTRAEMPRENDIMIENTO SOCIAL	Contabilidad
Espíritu de Servicio	MISIÓN SOCIAL	Relaciones Institucionales / Relaciones Laborales / Sociales
		Inversiones y

Perseverancia / Buen trabajo Generosidad Buen Humor Creatividad Valores Internos o Espirituales Amor Humildad Paciencia Tolerancia Comprensión Gratitud / Apreciación Perdón/Compasión	FELICIDAD EDUCACIÓN / CAPACITACIÓN AMBIENTE y/o CLIMA LABORAL CAMBIO INNOVACIÓN y/o CREATIVIDAD ESTRATEGIAS ORGANIZACIONALES APLICACIÓN DE CÓDIGOS DE ÉTICA PASIÓN LABORAL RESILIENCIA ORGANIZACIONAL LEGITIMIDAD- AUTENTICIDAD INDIVIDUALISMO COLECTIVISMO RIESGO FINANCIERO TECNOLOGÍA OTROS	Expansión Legal - Jurídico Investigación Media
---	--	---

6. CONCLUSIONES

- Este método muestra y trata de inducir en las personas interesadas en el aprendizaje aplicable y medible, un reto continuo para crear en cada persona sus propios métodos que satisfagan sus preguntas con razonamientos y respuestas útiles. Lo importante es que su desarrollo tenga siempre bases firmes y validadas, a ser posible, y de allí se desarrollen variantes e innovaciones que impulsen nuevos cambios y procedimientos más ajustados a las expectativas de cada empresa u organización e incluso a nosotros mismos, ya que cada empresa o cada quien tienen diferentes intereses y objetivos.
- Se ha desarrollado y obtenido una metodología capaz de lograr resultados cuantitativos a lo que es intangible, como son los valores éticos, y poder determinar su aplicabilidad e influencia en diferentes áreas del vivir como las empresas o trabajo, la

educación, sociedad, grupos/amigos, país y humanidad e incluso, la familia,

- El método mostrado en este estudio es uno de los únicos, publicados científicamente, utilizando factores de ponderación y en función de los valores éticos, que se han encontrado en la revisión de literatura. Además, es de los escasos enfocados en el área empresarial de negocios y administración. Los pocos existentes son utilizados mayormente en el sector de medicina, salud y en los ciclos de vida y del medio ambiente (Eldh & Johansson, 2006; Finnveden, 1997; Hellweg et al., 2003; Johnsen & Løkke, 2013). Hay también, un estudio de Monsonís-Payá et al., (2017) de toma de decisiones, pero no relacionada a las empresas o negocios y uno de Irwin and Naylor (2009) relacionado con marketing y valores éticos. Ninguno de todos ellos está directamente relacionado con el método expuesto en el estudio presente.
- El hecho de la carencia de investigaciones que se enfoquen en la ponderación convierte a este método en un representante innovador de gran utilidad práctica a la vez. Adicionalmente, se puede decir que la gran mayoría de los pocos que hay, no son, en general, de la última década.
- Estas metodologías con su raíz innovadora son fuente de conocimiento y del desarrollo del pensar en pro de soluciones y del propio cuestionamiento, el cual es un detonador e impulsador en pro del logro y generadores de un mayor y mejor desempeño ético empresarial, profesional, educacional y personal.
- Se han presentado dos opciones para aplicar la metodología en este estudio mostrado del Método de aplicación y toma de decisiones de la Matriz de Valores Éticos (MMVE). Una la denominada Aplicación simple o primaria y la otra la Aplicación ponderada o avanzada, es decir, una con factores de ponderación y la otra sin ponderaciones.

- Se han realizado tablas y gráficos para una mejor comprensión de los resultados que dan una mayor visualización y posibilidades de comparar los resultados que ofrece la metodología presentada.
- Se ha tratado de entusiasmar a los lectores e interesados a poder observar las inmensas posibilidades de relación y de medición de los valores éticos con las dimensiones empresariales y los departamentos, áreas o secciones de las organizaciones y centros educativos para determinar, al tomar decisiones, las prioridades y factibles soluciones que resuelven las situaciones cotidianas y las situaciones especiales de riesgo y crisis que toda empresa u organización tiene en diferentes etapas de su proseguir, de modo de ayudar a una mayor productividad y sostenibilidad.
- Por último, esta metodología nos muestra algo fundamental que es que los valores éticos son energía y son necesarios ya que actúan como transformadores de lo intangible en hechos y logros tangibles y que están presentes en el ser humano siempre, como regalo de vida para desarrollarnos y encontrar prosperidad y felicidad. Ahora bien, depende, de la conciencia y responsabilidad de vida, y a criterio propio de cada uno, utilizarlos en positivo como auténtico valor ético o en negativo como antivalores.

Para cerrar, se muestra el principio siguiente que expresa que el Fundamento integral y elemental a aplicar en la Educación empresarial y escolar y en el comportamiento innovador a todo nivel.

La vida nos regala infinitas posibilidades para sentirnos productivos y bien. Es nuestro reto el penetrar con mentalidad y comportamiento innovador como auténticos logradores, si van acompañados de valores éticos en nuestro sentir, actuar y ¡Vivir!

7. REFERENCIAS

- Afridi, S. A., Afsar, B., Shahjehan, A., Rehman, Z. U., Haider, M., & Ullah, M. (2020). Retracted: Perceived corporate social responsibility and innovative work behavior: The role of employee volunteerism and authenticity. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(4), 1865-1877. <https://doi.org/10.1002/csr.1932>
- Ahmad, N., Scholz, M., Arshad, M. Z., Jafri, S. K. A., Sabir, R. I., Khan, W. A., & Han, H. (2021). The inter-relation of corporate social responsibility at employee level, servant leadership, and innovative work behavior in the time of crisis from the healthcare sector of Pakistan. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4608. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094608>
- Alam, A. (2022a). Investigating sustainable education and positive psychology interventions in schools towards achievement of sustainable happiness and wellbeing for 21st century pedagogy and curriculum. *ECS Transactions*, 107(1), 19481. <https://doi.org/10.1149/10701.19481ecst>
- Alam, A. (2022b). Mapping a sustainable future through conceptualization of transformative learning framework, education for sustainable development, critical reflection, and responsible citizenship: an exploration of pedagogies for twenty-first century learning. *ECS Transactions*, 107(1), 9827. <https://doi.org/10.1149/10701.9827ecst>
- Al-Shami, S. A., Rashid, N., & Cheong, C. B. (2023). Happiness at workplace on innovative work behaviour and organisation citizenship behaviour through moderating effect of innovative behaviour. *Heliyon*, 9(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15614>
- Anderson, S. E., & Burchell, J. M. (2021). The effects of spirituality and moral intensity on ethical business decisions: A cross-sectional study. *Journal of Business Ethics*, 168(1), 137-149. <https://doi.org/10.1007/s10551-019-04258-w>
- Atti, L. M., & Abdulhussein, S. H. (2023). Analyzing the impact of employee's organizational, support and happiness in the workplace on innovative work behavior and organizational citizenship behavior: the mediating role of organizational commitment. *American Journal of Business Management, Economics and Banking*, 18, 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15614>

- Aydan, O. R. D. U., & Tamer, S. A. R. I. (2022). The role of innovative work behaviour in the relationship between organizational support and organizational happiness. *Research in Educational Administration and Leadership*, 7(4), 899-935. <https://doi.org/10.30828/real.1075453>
- Bakker, A. B., Scharp, Y. S., Breevaart, K., & De Vries, J. D. (2020). Playful work design: Introduction of a new concept. *The Spanish Journal of Psychology*, 23, e19. <https://doi.org/10.1017/SJP.2020.20>
- Banks, S. (2020). *Ethics and values in social work*. Bloomsbury Publishing. ISBN 9781137607188.
- Bañón-Gómis, A., Guillén-Parra, M. & Ramos-López, N. (2011). La Empresa Ética y Responsable. *Universia Business Review*, (30), 32-43. <http://hdl.handle.net/10251/60819>
- Boorstein, S. (2008). *Happiness is an inside job: Practicing for a joyful life*. Random House Publishing Group. ISBN: 97803455130413014, 0345513010
- Briones Peñalver, A. J., Bernal Conesa, J. A., & de Nieves Nieto, C. (2018). Analysis of corporate social responsibility in Spanish agribusiness and its influence on innovation and performance. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 25(2), 182-193. <https://doi.org/10.1002/csr.1448>
- Bufford, R. K., Cantley, J., Hallford, J., Vega, Y., & Wilbur, J. (2022). The Spiritual Well-Being Scale (SWBS) as an Indicator of General Well-Being. *Happiness and Wellness*, Chapter 25, p467. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100658>
- Calp, Ş. (2020). Peaceful and Happy Schools: How to Build Positive Learning Environments? *International Electronic Journal of Elementary Education*, 12(4), 311-320. <https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/1073>
- Camilleri, M. A. (2022). Strategic attributions of corporate social responsibility and environmental management: The business case for doing well by doing good! *Sustainable Development*, 30(3), 409-422. <https://doi.org/10.1002/sd.2256>
- De Stasio, S., Fiorilli, C., Benevene, P., Boldrini, F., Ragni, B., Pepe, A., & Maldonado, J. J. (2019). Subjective happiness and compassion are enough to increase teachers' work engagement? *Frontiers in psychology*, 10, 2268. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02268>

- Dewey, J. (2023). *Ethics*. Balaji Publications. ISBN 1447488237
- Duradoni, M., & Di Fabio, A. (2019). Intrapreneurial self-capital and sustainable innovative behavior within organizations. *Sustainability*, *11*(2), 322. <https://doi.org/10.3390/su11020322>
- Eldh, P., & Johansson, J. (2006). Weighting in LCA based on ecotaxes-development of a mid-point method and experiences from case studies. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *11*(1), 81-88. <https://doi.org/10.1065/lca2006.04.015>
- Espinoza Cruz, M. A., Espinoza Gamboa, E. N., & Chumpitaz Caycho, H. E. (2021). Ethics and social responsibility in higher education organizations: A review of scientific literature 2017-2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/5141>
- Ferauge, P. (2012). A conceptual framework of corporate social responsibility and innovation. *Global Journal of Business Research*, *6*(5), 85-96. <https://ssrn.com/abstract=2146107>
- Finnveden, G. (1997). Valuation methods within LCA-Where are the values? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *2*(3), 163-169. <https://doi.org/10.1007/BF02978812>
- Gallego-Álvarez, I., Manuel Prado-Lorenzo, J. and García-Sánchez, I. (2011), "Corporate social responsibility and innovation: a resource-based theory", *Management Decision*, *49*(10), 1709-1727. <https://doi.org/10.1108/00251741111183843>
- Galván-Vela, E., Ruíz-Corrales, M., Ahumada-Tello, E., & Ravina-Ripoll, R. (2023). Eco-Innovation as a Positive and Happy Industry Externality: Evidence from Mexico. *Sustainability*, *15*(8), 6417. <https://doi.org/10.3390/su15086417>
- Gibson, K. (2023). *Ethics and Business*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009099127>
- Graafland, J., & Noorderhaven, N. (2020). Technological competition, innovation motive and corporate social responsibility: Evidence from top managers of European SMEs. *De Economist*, *168*(1), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10645-019-09351-z>
- Halkos, G., & Skouloudis, A. (2018). Corporate social responsibility and innovative capacity: Intersection in a macro-level perspective. *Journal of cleaner production*, *182*, 291-300. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.022>

- Hellweg, S., Hofstetter, T. B., & Hungerbuhler, K. (2003). Discounting and the environment should current impacts be weighted differently than impacts harming future generations? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(1), 8-18. <https://doi.org/10.1007/BF02978744>
- Holmes, S., & Smart, P. (2009). Exploring open innovation practice in firm-nonprofit engagements: a corporate social responsibility perspective. *R&D Management*, 39(4), 394-409. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00569.x>
- Hu, W., Du, J., & Zhang, W. (2020). Corporate social responsibility information disclosure and innovation sustainability: Evidence from China. *Sustainability*, 12(1), 409. <https://doi.org/10.3390/su12010409>
- Hunsaker, W.D. (2022). Spiritual leadership and employee leadership and employee innovation. *Curr Psychol* 41, 5048–5057. <https://doi.org/10.1007/s12144-020-01011-9>
- Irwin, J. R., & Naylor, R. W. (2009). Ethical decisions and response mode compatibility: Weighting of ethical attributes in consideration sets formed by excluding versus including product alternatives. *Journal of Marketing Research*, 46(2), 234-246. <https://doi.org/10.1509/jmkr.46.2.2>
- İşıaçık, S. (2019). The impact of perceived corporate social responsibility and workplace spirituality on innovative work behaviors: the role of psychological safety perception (Doctoral dissertation, Marmara Universitesi (Turkey)). <https://www.proquest.com/openview/a5b7efc6d9ce336c1970161255b8b429/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Johnsen, F. M., & Løkke, S. (2013). Review of criteria for evaluating LCA weighting methods. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(4), 840-849. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0491-y>
- Kamel, J. A. N., Martins, C. V., Pessanha, M. B., & de Andrade, M. W. (2017). Creativity and innovation for corporate happiness management. *Brazilian Journal of Science and Technology*, 4(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40552-017-0038-7>
- Kim, B. J., Chang, Y. K., & Kim, T. H. (2018). How does corporate social responsibility promote innovation? The sequential mediating mechanism of employees' meaningfulness of work and intrinsic motivation. <http://hicss.hawaii.edu/>

- Kim, S., Colicchia, C., & Menachof, D. (2016). Ethical sourcing: An analysis of literature and implications for future research. *Journal of Business Ethics*, 1-20 <https://doi.org/10.1007/s10551-016-3266-8>
- Kumar, N. & Che Rose, R. (2010), "Examining the link between Islamic work ethic and innovation capability", *Journal of Management Development*, 29(1), 79-93. <https://doi.org/10.1108/02621711011009081>
- Li, L., Li, G. & Chan, S.F. (2019), "Corporate responsibility for employees and service innovation performance in manufacturing transformation: The mediation role of employee innovative behavior", *Career Development International*, 24 (6), 580-595. <https://doi.org/10.1108/CDI-04-2018-0109>
- Li, Y. B., Zhang, G. Q., Wu, T. J., & Peng, C. L. (2020). Employee's corporate social responsibility perception and sustained innovative behavior: Based on the psychological identity of employees. *Sustainability*, 12(20), 8604. <https://doi.org/10.3390/su12208604>
- Link, A. N., & Bozeman, B. (1991). Innovative behavior in small-sized firms. *Small Business Economics*, 3, 179-184. <https://doi.org/10.1007/BF00400023>
- Liu, B., Ju, T., & Gao, S. S. (2021). The combined effects of innovation and corporate social responsibility on firm financial risk. *Journal of International Financial Management & Accounting*, 32(3), 283-310. <https://doi.org/10.1111/jifm.12135>
- Melé, D. (2022). Business Ethics: Europe Versus America. *Leadership and business ethics*, 41-56. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2111-8_3
- Mercader, V. (2006). *A study of ethical values of college students*. Ed.D. University of South Florida. USA. <https://digitalcommons.usf.edu/etd/2629>
- Mercader, V., Delgado-Aleman, R. (2022). Ética y Educación (EE): Agentes necesarios para desarticular la corrupción. Congreso XXXVI AEDEM - Academia Europea de Dirección y Economía de la empresa. Pozuelo de Alarcón - Madrid. ISBN 9788419480064
- Mercader, V., Galván -Vela, E. G., Ravina-Ripoll, R., Popescu, C. R. (2021). A focus on ethical value under the vision of leadership, teamwork, effective communication, and productivity. *Journal of Risk and Financial Management – JRFM*, 14(11), 522. <https://doi.org/10.3390/jrfm14110522>
- Mercader, V.M. (2019). Educación Inspiradora: Conocimiento solucionador y aplicable con Felicidad. (Inspiring Education: Applied Solution-Driven Knowledge with Happiness) (Spanish). *Journal of Management and Business Education*. 2(2)160-188. <https://doi.org/10.35564/jmbe.2019.0012>

- Monsonís-Payá, I., García-Melón, M., & Lozano, J. F. (2017). Indicators for responsible research and innovation: A methodological proposal for context-based weighting. *Sustainability*, *9*(12), 2168. <https://doi.org/10.3390/su9122168>
- Mulej, M., Potocan, V., Zenko, Z., Knez-Riedl, J., Hrast, A., & Prosenak, D. (2008, July). Social responsibility—an innovation of ethic toward requisite holism as a basis for humans to make a difference in affluence. In *Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the ISSS-2009, Brisbane, Australia*.
- Page, K. (2012). The four principles: can they be measured, and do they predict ethical decision making? *BMC medical ethics*, *13*(10), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1472-6939-13-10>
- Paruzel, A., Schmidt, L., & Maier, G. W. (2023). Corporate social responsibility and employee innovative behaviors: A meta-analysis. *Journal of Cleaner Production*, 136189. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136189>
- Ramadhani, H., Musnadi, S., & Kesuma, T. M. (2022). The Role of Work Engagement and Innovative Behavior in Mediating the Effect of Happiness at Work on Employee Performance with Service Climate as a Moderation on Employees of Bank Syariah Indonesia. *5*(10), 74-84. <http://doi.org/10.37502/IJSMR.2022.51006>
- Rendtorff, J. D. (2019). Philosophy of management and sustainability: Rethinking business ethics and social responsibility in sustainable development. Emerald Group Publishing (221-236). <https://doi.org/10.1108/978-1-78973-453-920191022>
- Rhee, J., Seog, S., Bozorov, F. & Dedahanov, A. (2017). Organizational structure and employees' innovative behavior: The mediating role of empowerment. *Scientific Journal Publishers*. *45*(9), 1523-1536. <https://doi.org/10.2224/sbp.6433>
- Rongbin, R., Chen, W. & Zhu, Z. (2022). Research on the relationship between environmental corporate social responsibility and green innovative behavior: the moderating effect of moral identity. *Environmental Science and Pollution Research* *29*(34):1-15. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19541-z>
- Ruiz-Rodríguez, R., Ortiz-de-Urbina-Criado, M., & Ravina-Ripoll, R. (2023). Neuroleadership: a new way for happiness management. *Humanities and Social Sciences Communications*, *10*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01642-w>

- Sánchez-Hernández, M. I., Robina-Ramirez, R., & Stankevičiūtė, Ž. (2023). Innovation and happiness management enhancing transcendence at work in the banking sector in Spain. *European Journal of Innovation Management*. <https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2023-0615>
- Taherian, M., Ghalavandi, H., Ghalei, A., & Hassani, M. (2021). Structural Model of Relationship between Conflict Management Styles and Innovative Behaviors Mediated by Work'Conscience and Happiness. *Educational Development of Judishapur*, 11(4), 797-810. <https://doi.org/10.61838/kman.ijimob.2.3.3>
- Ubius, U., & Alas, R. (2012). The impact of corporate social responsibility on the innovation climate. *Engineering Economics*, 23(3), 310-318. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.23.3.1935>
- Valentine, S., & Fleischman, G. (2008). Ethics programs perceived corporate social responsibility and job satisfaction. *Journal of business ethics*, 77, 159-172. <https://doi.org/10.1007/s10551-006-9306-z>
- Watkins, P. C., Frederick, M., & Dodson, A. W. (2022). Gratitude and Happiness: The Causes and Consequences of Gratitude. *Happiness and Wellness*, Chapter 12, p225. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.100658>
- Weziak-Bialowolska, D., Bialowolski, P., Sacco, P. L., VanderWeele, T. J., & McNeely, E. (2020). Well-being in life and well-being at work: Which comes first? Evidence from a longitudinal study. *Frontiers in Public Health*, 8, 103. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00103>
- Wu, W., Yu, L., Li, H., & Zhang, T. (2022). Perceived environmental corporate social responsibility and employees' innovative behavior: A stimulus–organism–response perspective. *Frontiers in Psychology*, 12, 777657. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.777657>

INTEGRACIÓN DE PERSPECTIVAS DE ESTUDIANTES Y DOCENTES SOBRE EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN INNOVACIÓN, CREATIVIDAD Y EMPREDIMIENTO EN LA UPV

ALICIA LLORCA-PONCE

Universitat Politècnica de València

GREGORIO RIUS-SOROLLA

Universitat Politècnica de València

ELENA NAVARRO-ASTOR

Universitat Politècnica de València

1. INTRODUCCIÓN

En una sociedad global en constante evolución, caracterizada por una economía basada en el conocimiento y la globalización, la innovación y la creación de nuevos productos y soluciones son aspectos fundamentales para mejorar su competitividad, crecimiento y desarrollo. La educación en emprendimiento es esencial para equipar al estudiantado con las habilidades y actitudes necesarias para fomentar la innovación, ya sea que inicien sus propios negocios o que trabajen en entornos corporativos (Phillips, 2019; Ahmad et ál., 2018; European Commission, 2008). Además, tiene la capacidad de mejorar la empleabilidad, el potencial de ingresos y la adaptabilidad de las economías (European Commission Directorate-General for Internal Market Industry Entrepreneurship and SMEs Curth, 2015; Volkman et ál., 2009).

La importancia del emprendimiento para la sociedad ha sido reconocida al menos desde el siglo XV, siendo un factor crucial y un motor económico para la creación de empleo (Maresch et ál., 2016). El

emprendimiento se define ampliamente como "la búsqueda de oportunidades más allá de los recursos que se controlan actualmente" (Stevenson y Jarillo, 1990) o como "la capacidad de un individuo para convertir ideas en acción, incluyendo creatividad, innovación y toma de riesgos calculados" (European Commission, 2008). Joseph A. Schumpeter describió al emprendedor como alguien que convierte nuevas ideas en innovaciones exitosas, desempeñando un papel significativo en la dinamización de la industria y el crecimiento económico (Volkman et ál., 2009).

La educación en emprendimiento se alinea con objetivos globales como el Plan de Acción de Empleo Juvenil y la Estrategia Europa 2020, que promueven el emprendimiento como clave para el crecimiento económico y el bienestar social (European Commission, 2023; SEPE, 2019). En este contexto, las instituciones de educación superior juegan un papel crítico en la preparación del alumnado para los desafíos del mundo real. Así, la Universitat Politècnica de València (UPV) enfrenta el reto de formar en habilidades blandas al estudiantado mediante su proyecto de Competencias Transversales. En éste se determinan cinco competencias trasversales: 1. Compromiso social y medioambiental, 2. Creatividad e innovación, 3. Trabajo en equipo y liderazgo, 4. Comunicación efectiva y 5. Responsabilidad y toma de decisiones.

Este trabajo muestra los análisis realizados dentro del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) titulado "Propuestas y Diseño de Actividades para la Innovación, Creatividad y Emprendimiento en el Aula", cuyo objetivo es el desarrollo de actividades orientadas a la mejora de los resultados de aprendizaje en la competencia transversal de innovación, creatividad y emprendimiento (Llorca-Ponce et ál. 2023). Se presentan tres análisis relativos a la fase de diagnóstico: un estudio de las metodologías y mecanismos de evaluación a partir de la consulta de las guías docentes, otro basado en entrevistas semiestructuradas al profesorado y otro basado en una encuesta online al alumnado. Además, se incluyen los resultados de un *focus group* destinado a obtener información

para organizar un taller dirigido al profesorado, cuyo objetivo es el diseño de actividades que permitan mejorar los resultados de aprendizaje en habilidades de innovación, creatividad y emprendimiento.

Aunque existe cierto recorrido en la implantación del Proyecto de Competencias Transversales y se han llevado a cabo esfuerzos a través de diversos programas e iniciativas como Ideas UPV y Generación Espontánea, hay todavía un importante margen de mejora. De hecho, estas iniciativas suelen estar aisladas y trabajan de manera independiente en lugar de sinérgica. Es necesario mejorar estas conexiones para aumentar el impacto general de la formación en emprendimiento en el crecimiento profesional del estudiantado. El proyecto incluye una fase inicial de análisis situacional y diagnóstico, seguida de la implementación de medidas de mejora. Este enfoque estructurado busca amalgamar metodologías instruccionales y optimizar la educación en emprendimiento, mejorando las competencias profesionales y la mentalidad emprendedora del estudiantado (Navarro-Astor et ál., 2024).

La formación en emprendimiento es esencial no solo para fomentar capacidades emprendedoras, sino también para preparar al alumnado para navegar y prosperar en entornos profesionales complejos y dinámicos y para la vida en comunidad (Crisan et ál., 2024; Hero et ál., 2019). Mediante la integración de estas competencias de manera más efectiva en el plan de estudios y una formación integral para estudiantes y profesores, la UPV busca mejorar significativamente las capacidades emprendedoras de sus graduados, contribuyendo al bienestar económico y social en general.

Los resultados de aprendizaje esperados al dominar la competencia transversal de innovación, creatividad y emprendimiento incluyen la capacidad de identificar nuevos desafíos, proponer soluciones creativas, evaluar críticamente diferentes soluciones y demostrar una actitud emprendedora en el diseño e implementación de proyectos innovadores. Estos resultados se persiguen a través de actividades curriculares y extra-curriculares, aunque la integración y coordinación entre estos esfuerzos

ha sido limitada. En consecuencia, el PIME pretende crear grupos colaborativos entre el profesorado, incorporar técnicos de ecosistemas emprendedores y desarrollar actividades de formación contextualizadas. El objetivo es mejorar las sinergias y optimizar la influencia general de la educación en emprendimiento en el crecimiento profesional del alumnado.

El proyecto incluye un análisis detallado de las percepciones del estudiantado que destacan el conocimiento y el impacto de las competencias emprendedoras. También implica conocimientos cualitativos del profesorado que enfrenta varios desafíos para integrar estas competencias en su enseñanza. El grupo focal, que incluyó a docentes, técnicos, emprendedores y estudiantes emprendedores, desempeñó un papel crítico en el diseño de un taller de formación para docentes. Este taller está destinado a proporcionar a los profesores las habilidades, metodologías y recursos necesarios para enseñar y fomentar el emprendimiento entre el alumnado. Y responde a la idea de que ofrecer formación al profesorado es una forma eficaz de mejorar sus competencias emprendedoras, aunque debe garantizarse que la formación se ajuste a sus necesidades de desarrollo profesional en diferentes fases de su carrera, edad y experiencia docente y empresarial (Joensuu et ál., 2023).

En general, el contexto de este estudio subraya la importancia de un enfoque cohesivo e integrado para la educación en emprendimiento. Aprovechando tanto los recursos curriculares como extracurriculares y fomentando la colaboración entre todas las partes interesadas, la UPV pretende crear un marco de educación en emprendimiento más efectivo e impactante.

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada en este estudio incluye una revisión exhaustiva de la literatura, encuestas a estudiantes, entrevistas a docentes y un grupo de discusión focal. La revisión de literatura abarcó la investigación existente sobre educación en emprendimiento. Los artículos fueron extraídos de la base de datos de la Web of Science, partiendo de los

términos de búsqueda “entrepreneurial learning” durante el periodo 2015 hasta 2023. Se extrajo información sobre metodologías de aprendizaje activo y el impacto de la formación emprendedora en los resultados del estudiantado.

Por otro lado, la investigación de campo se basó en la consulta de las guías docentes, el cuestionario al alumnado que cursa asignaturas que tienen asignada la competencia, la entrevista a docentes y el *focus group*.

2.1. ¿QUÉ SABEMOS DE LAS GUÍAS DOCENTES?

La guía docente o de aprendizaje de una asignatura representa un documento informativo a través del cual se concreta la oferta docente, presentando un enfoque dirigido hacia el alumnado, “que debe poder hacerse una idea cierta de lo que le proporcionará y le exigirá la asignatura en cuestión con su sola lectura” (Jarne, 2019, p. 131). Muestra los compromisos que se establecen con el alumnado y las exigencias que se le plantean para que su aprendizaje sea exitoso, incluyendo los elementos más relevantes y significativos: competencias y resultados de aprendizaje, contenidos, sistema de evaluación, tiempo previsto para tareas y calendario, etc. (Romero-Martín et ál.2020, Yániz, 2006).

El análisis de las guías docentes es una fuente de información interesante para aproximarnos a la situación de partida de la competencia objeto de análisis, si bien, hay que considerar que en algunos casos dicha información es limitada e incompleta. No obstante, sigue siendo de utilidad, pues nos permitirá determinar, hasta cierto punto, el estado de situación y la distancia que nos separa del objetivo: integrar las habilidades blandas de forma transversal en los distintos itinerarios formativos.

En el estudio se consideran inicialmente 297 asignaturas de 63 titulaciones, centrándose, finalmente, en la información proporcionada por 254 de ellas. Las asignaturas pertenecen a los campos Ingeniería, Arquitectura, Administración de Empresas y Bellas Artes, de las que se han extraído las metodologías utilizadas para trabajar la competencia nº 2 y los instrumentos de evaluación correspondientes (Llorca-Ponce et ál. 2024).

El análisis muestra que la metodología de aprendizaje más utilizada en una proporción muy superior al resto es el Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), con un 44% de las metodologías identificadas. Le siguen a distancia el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje cooperativo (véanse los gráficos 1 y 2). Cabe destacar que hemos considerado aprendizaje cooperativo aquellos casos en los que el trabajo en grupo es la metodología principal de trabajo. La competencia se suele trabajar en el marco de un proyecto global de la asignatura en el caso del AOP y también dentro de las actividades que se diseñan enfocadas a los resultados de aprendizaje de las competencias generales y específicas de la asignatura. Por ejemplo, en las prácticas de laboratorio que utilizan la metodología ABP, los docentes plantean situaciones problemáticas y proponen acciones que llevan al estudiantado a resolverlas de forma innovadora (Llorca-Ponce et ál., 2024).

La metodología de AOP es, claramente, la más utilizada en las asignaturas asociadas a la competencia. Esta metodología permite trabajarla en el marco global del proyecto propuesto en la asignatura, favoreciendo un aprendizaje más contextualizado en el que el aprendizaje de la competencia transversal no es algo añadido a la asignatura, sino que forma parte de la misma. Además, esta metodología también proporciona un buen marco para el desarrollo de otras competencias. Esta misma reflexión es válida para el ABP y el Método del Caso. Parece que lo más lógico es trabajar en la integración de la competencia en el marco de las metodologías y actividades utilizadas en los diferentes itinerarios curriculares (Llorca-Ponce et ál. 2024).

Si, como prevé el PIME, se realizan acciones formativas para el profesorado (Llorca-Ponce et ál. 2023), parece aconsejable un enfoque metodológico diferente entre los distintos itinerarios formativos, como sería el caso de las ingenierías y la administración de empresas.

En cuanto a los medios de evaluación utilizados, el Trabajo Académico aparece en primera posición, alcanzando el 41% del total de medios considerados. Los siguientes en el ranking por frecuencia de aparición

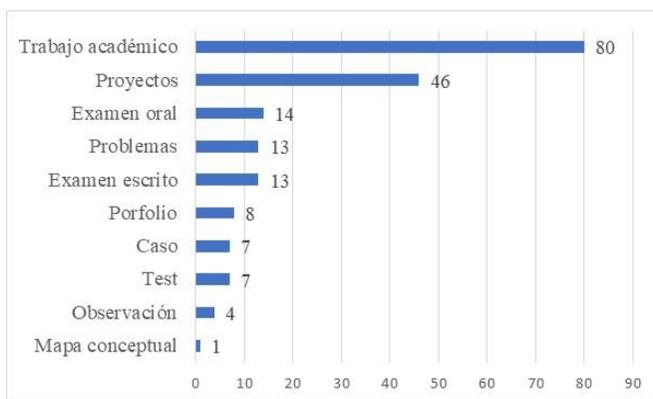
están bastante alejados; siendo el ABP, el Aprendizaje Cooperativo y el Método del Caso (ver Gráfico 2). Si atendemos a los medios de evaluación por centro docente, se observa un patrón común con el Trabajo Académico y el Proyecto como protagonistas. Destaca la Facultad de Administración de Empresas, donde se utiliza en gran medida el Método del Caso (Llorca-Ponce et ál. 2024).

GRAFICO 1. Metodología docente más utilizada. N° de asignaturas.



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 2. Medios de evaluación utilizados. N° de asignaturas.



Fuente: Elaboración propia

2.2. ¿QUÉ PIENSA EL ESTUDIANTADO?

La formación en habilidades emprendedoras puede mejorar significativamente la creatividad y la confianza del alumnado, alentándolos a pensar de manera innovadora y a considerar iniciativas emprendedoras (Volkman et ál., 2009). Diversas investigaciones han mostrado niveles variables de intención emprendedora entre el estudiantado universitario (Maheshwari et ál., 2023). Así, por ejemplo, un estudio en el Reino Unido encontró que el 17% del mismo esperaba iniciar su propio negocio después de graduarse, y alrededor del 48% planeaba hacerlo más tarde en sus carreras, indicando que el 65% de los y las estudiantes universitarios tienen aspiraciones emprendedoras.

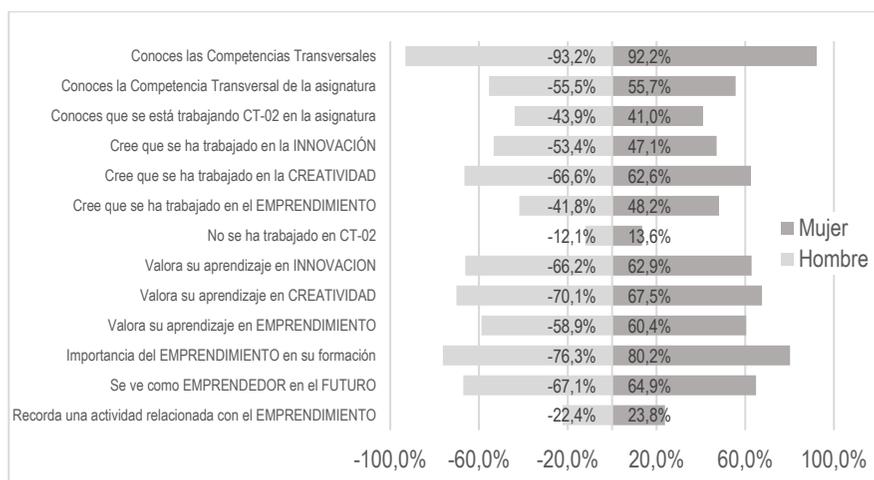
El PIME considera que la percepción del alumnado es muy relevante para diagnosticar la situación de partida, y para recogerla se elaboró un cuestionario online sobre diversos aspectos relativos a la formación recibida (Rius-Sorolla et ál. 2024). Esta encuesta tuvo como objetivo captar la percepción del estudiantado sobre el desarrollo del plan de competencias transversales en general, y su efectividad para la competencia en innovación y emprendimiento. La consulta se realizó en dos fases; la primera se llevó a cabo entre el 10 de febrero de 2023 y el 10 de marzo de 2023, fue dirigida a 6771 estudiantes matriculados en 78 asignaturas, con 285 respuestas recibidas. La segunda fase se realizó entre el 25 de mayo de 2023 y el 23 de junio de 2023, fue dirigida a 7489 estudiantes matriculados en 99 asignaturas, con 461 respuestas recibidas. Los datos cuantitativos de las encuestas fueron procesados utilizando software estadístico para generar estadísticas descriptivas (Rius-Sorolla et ál. 2024).

Se midieron métricas clave como el conocimiento de las competencias transversales, la percepción de la efectividad de la formación y las intenciones emprendedoras futuras. Los resultados indican que el 92.8% del estudiantado conocía las Competencias Transversales de la UPV, el 55.2% conocía las Competencias Transversales de la asignatura y el 42.2% sabía que se estaba trabajando en la asignatura la CT de innovación, creatividad y emprendimiento. Sin atender al concepto propio de

CT, el 50.3% creía que se había trabajado en la innovación, el 64.6% pensaba que se había trabajado en la creatividad y el 44.9% en el emprendimiento. Por el contrario, el 12.9% consideraba que no se había trabajado ninguna de estas competencias. A la cuestión sobre la relevancia del emprendimiento para el alumnado, el 78.1% manifestó que el emprendimiento es importante en su formación y el 65.8% se veía como futuro emprendedor. Al preguntar por las actividades de aprendizaje, solo el 22.9% recordó la existencia de alguna actividad de aprendizaje relacionada con el emprendimiento.

El análisis de las respuestas de la encuesta de estudiantes incluyó la segregación por género para identificar diferencias en las percepciones. Los valores agregados indicaron que el 50.9% de los encuestados eran hombres y el 49,1% mujeres. En el gráfico 3 pueden observarse los resultados de diversas preguntas diferenciando por sexo. Las respuestas abiertas se categorizaron destacando entre ellas, las actividades realizadas y sugerencias de mejora. En la actualidad se está procediendo a una mayor elaboración de las respuestas obtenidas.

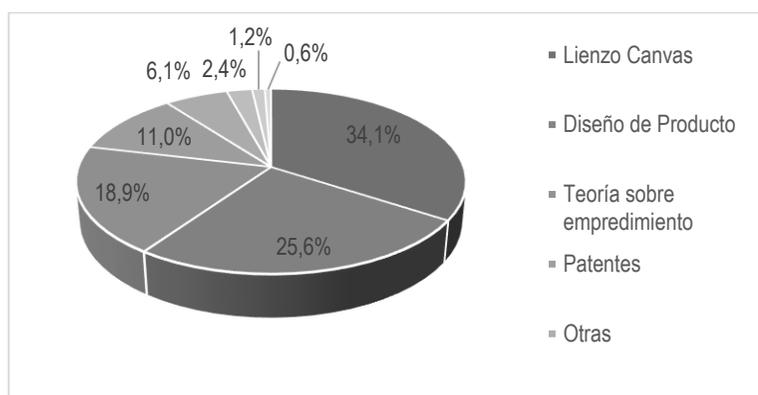
GRAFICO 3. Opinión del alumnado sobre la formación en innovación, creatividad y emprendimiento.



Fuente: Elaboración propia

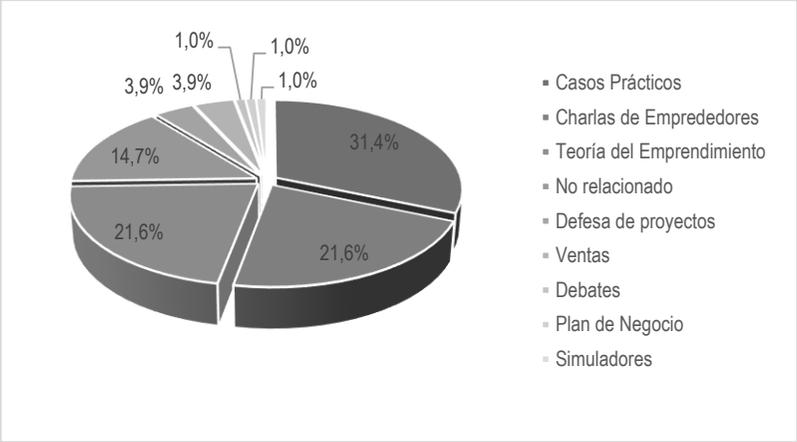
Las preguntas abiertas se han analizado y agrupado en categorías, como se muestra en los Gráficos 4 y 5. A la pregunta «¿Recuerdas alguna actividad relacionada con el espíritu emprendedor en la asignatura?» pregunta a la que respondió un 22,9% del alumnado que realizó la encuesta, respondieron 171 alumnos de los 746 que enviaron la encuesta. Las respuestas se agruparon en las siguientes categorías: realización de un lienzo Canvas para plasmar una propuesta emprendedora, desarrollo de un producto o diseño innovador, actividades para la aplicación de teorías introducidas en clase sobre el emprendimiento, elaboración de un plan de empresa, desarrollo de actividades relacionadas con competencia transversal que les permitan desarrollar sus soft skills, realización de una propuesta de patente, ejercicios de simulación y otras, que pueden verse en el Gráfico 4. Respecto a la pregunta «¿Tienes alguna sugerencia para mejorar la formación en emprendimiento?», las aportaciones recibidas se agruparon en las siguientes categorías: estudio de casos en la clase, interacción con emprendedores del ámbito profesional, trámites y acciones para la puesta en marcha para la apertura de la empresa, habilidades para la defensa de proyectos, acciones para la venta, debates, plan de negocio y simuladores (Gráfico 5).

GRÁFICO 4: *Actividades realizadas.*



Fuente: Elaboración propia

GRÁFICO 5. Sugerencias de mejora.



Fuente: Elaboración propia

2.3. ¿QUÉ PIENSA EL PROFESORADO?

Las entrevistas a 27 docentes responsables de asignaturas que trabajan la competencia transversal nº 2, se realizaron online a través de la plataforma Teams, partiendo de un cuestionario semiestructurado. Las entrevistas proporcionaron datos cualitativos sobre la integración de las competencias emprendedoras en el plan de estudios (Navarro-Astor et ál. 2024). La investigación perseguía explorar los desafíos encontrados, las metodologías utilizadas y la percepción del profesorado sobre el compromiso del alumnado con el emprendimiento. A continuación, se exponen brevemente los principales resultados.

De las entrevistas se deduce que el profesorado valora las habilidades en emprendimiento como muy positivas para el desarrollo profesional del estudiante. Más de la mitad destaca su importancia al considerar que proporciona instrumentos que les permitirán analizar los problemas y aportar soluciones más creativas, así como prever e identificar las dificultades (Navarro-Astor et ál. 2024).

El primer aspecto tratado con los participantes fue la razón por la cual trabajaban dicha competencia transversal en su asignatura. Es

importante saber si los profesores muestran o no iniciativa y si son proactivos y se sienten motivados con la competencia. La casuística es diversa, de los 27 participantes, solo 5 mencionan haberla elegido porque pensaban que estaba bien alineada y era coherente con los contenidos de su asignatura; otros 3 informan que la dirección de la Escuela les hizo la sugerencia y ellos estuvieron de acuerdo. Por lo tanto, este grupo de profesores parece haber tenido iniciativa, eligiendo cómo querían participar en el Proyecto de Competencias Transversales. Pero 10 entrevistados reconocen no saber el motivo por el que tienen dicha competencia asignada, no habiendo participado en el proceso de asignación y, por último, 9 docentes declaran que la competencia les fue impuesta. En este sentido, Crisan et ál. (2024) señalan que uno de los principales obstáculos a la expansión de la educación en emprendimiento es la disponibilidad de profesores dispuestos y capaces de dedicarse a un campo totalmente distinto. Y Farny et ál. (2016) afirman que docentes de otras disciplinas tienen con frecuencia una actitud distante respecto al emprendimiento y sus métodos.

En cuanto a las dificultades encontradas por el profesorado, se observa una diferencia entre las asignaturas impartidas por los departamentos relacionados con Economía y Organización de Empresas de aquellas otras de ámbito más científico-técnico como Física Aplicada y Biofísica. En estas últimas el docente encuentra obstáculos y dificultades a la hora de diseñar actividades capaces de trabajar la competencia de forma compatible con los contenidos específicos de la asignatura. La complejidad de integrar la educación en emprendimiento en cursos no relacionados con ADE ha sido también señalada por Crisan et ál. (2024), quienes recomiendan invertir en profesorado formado para llevar a cabo este proceso.

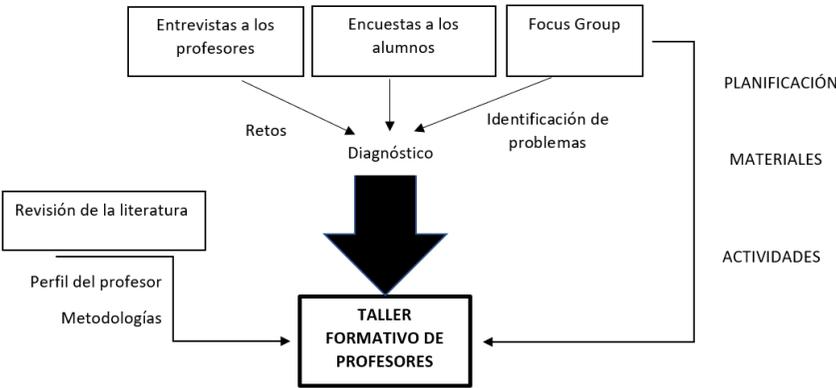
Por otro lado, la edad del alumnado también ha sido considerada como un elemento que puede dificultar el trabajo de la competencia. Por ejemplo, algunos docentes de los dos primeros cursos manifiestan que los alumnos son demasiado jóvenes y «técnicamente inmaduros», que les faltan conocimientos dificultando el resultado.

En resumen, tres aspectos deberían tenerse en cuenta en el diseño de actividades formativas dirigidas al profesorado, concretamente de cara a la organización de los grupos de trabajo. En primer lugar, la relación del profesor con la asignación de la competencia, en segundo, el carácter de la formación empresarial o científico técnica y, en tercero, la ubicación de la asignatura en el itinerario curricular; es decir, el diseño de actividades y resultados deberán tener en cuenta el nivel de madurez del estudiante.

3. FORMACIÓN EN EMPRENDIMIENTO. CÓMO DISEÑAR UN TALLER PARA FORMADORES

La información recogida en la fase de diagnóstico procedente de docentes, estudiantes y personal de los espacios emprendedores evidencia la necesidad de acciones de mejora en el diseño de actividades que posibiliten y evidencien resultados de aprendizaje en el ámbito de la competencia. Para ello se plantea un taller de formación dirigido a docentes que trabajan la competencia transversal en su asignatura y que deben diseñar actividades de aprendizaje. El taller se centra en proponer una actividad y diseñarla considerando los siguientes elementos: resultados a alcanzar, metodologías, contenido y programación. El Gráfico 6 muestra de forma esquemática el proceso para el diseño de la actividad.

FIGURA 1. Fuentes de información para el diseño del taller.



Fuente: Elaboración propia.

De las entrevistas realizadas y del grupo de discusión se identifica cierto estrés entre los docentes consecuencia de dos aspectos. Por un lado, tener que trabajar una competencia adicional sin contar con mayor tiempo en el aula, lo que inicialmente les supone restar tiempo a las actividades específicas de la asignatura. Considerando que el tiempo con el que se cuenta ya es limitado, trabajar la competencia incrementa el estrés para cumplir con el programa y trabajar adecuadamente para alcanzar los resultados de aprendizaje. Por otro lado, en muchos casos, el perfil del docente es muy técnico y la formación en la competencia es ajena a su ámbito. Las competencias blandas, con frecuencia, no han sido consideradas en la formación del docente por lo que éste considera que carece de herramientas para formar a su alumnado.

En cuanto a la opinión de los alumnos, en diversos casos consideran que las metodologías y las actividades realizadas no son las adecuadas para el tipo de aprendizaje que requiere la adquisición de habilidades en innovación y emprendimiento. Señalan que son necesarias metodologías más activas y actividades acordes a estas metodologías. Opinan que las mejoras deben ser de carácter sustancial.

De la consulta de la literatura académica y del focus group se extrae como condición fundamental de la formación en emprendimiento la participación de agentes involucrados más allá de la docencia tradicional. El contacto del alumno con el emprendimiento real es condición prioritaria, bien sea acudiendo el emprendedor a la universidad o bien realizando el estudiante parte de su formación en contacto directo con una empresa.

Por último, la revisión de la bibliografía permite identificar el perfil del profesor en emprendimiento y determinar las habilidades con las que debe contar. Además, permite conocer las metodologías más exitosas y adecuadas para este tipo de formación.

De las conclusiones del diagnóstico de situación, se considera procedente abordar en el taller el perfil del docente en el ámbito del emprendimiento. Así pues, comenzaremos exponiendo aspectos generales como las

características del docente y las metodologías, para pasar después a analizar aspectos más específicos relativos a los contenidos y la programación.

3.1. EL PERFIL DOCENTE

El perfil de un profesor se define como el conjunto de competencias que incluyen habilidades, aptitudes, capacidades, actitudes y valores que se ponen en práctica en el aula para enseñar al estudiantado a construir su conocimiento y competencias para participar en el mundo (UNESCO, 2019). Según Ramírez-Montoya et ál. (2021), el profesor debe tener tres características principales: primero, ser un facilitador y guía del aprendizaje; segundo, poseer habilidades blandas; y tercero, tener un toque humano.

El rol del profesor como facilitador debe promover la reflexión y permitir y fomentar la participación activa del estudiante en su formación. Como facilitador del aprendizaje debe ser un mentor, referente y colaborador enfocado en las necesidades de los estudiantes. En este sentido, Wraae y Walmsley (2020), encontraron que el educador en emprendimiento tiene un papel polifacético como supervisor, entrenador, mentor y facilitador del aprendizaje, alejado del enfoque tradicional de transmisor de información de arriba hacia abajo, o del "sabio en el escenario". Debe motivar y generar curiosidad con una visión global e involucrarse en el pensamiento holístico (Ramírez Montoya et ál., 2021). El profesor debe asumir el rol de un entrenador y diseñador de experiencias de aprendizaje, no un repetidor o transmisor" (Ramirez-Montoya et ál., 2017). Para lograr este objetivo, el profesor debe desarrollar sus estilos de enseñanza, motivación, habilidades, competencias, autoevaluación, autoeficacia, creatividad, responsabilidad, autonomía para enseñar, capacidad de innovar, libertad de presiones administrativas, condiciones laborales y políticas de apoyo para crear un buen ambiente de enseñanza (Serdyukov, 2017).

El segundo aspecto que debe caracterizar el perfil docente son las habilidades blandas que incluyen liderazgo, pensamiento crítico, creatividad y, por supuesto, habilidades de comunicación. El profesor debe ser

“alguien que apoya, guía, sigue, lidera y facilita el logro de sus estudiantes” (Ramírez Montoya et ál., 2017). Los y las docentes deben ser capaces, dentro del contexto del desarrollo de la clase, de diagnosticar problemas y proponer, incentivar o guiar la búsqueda de soluciones. Pero las habilidades blandas no serán suficientes, debe contar con una tercera característica: ser un guía capaz de motivar y liderar. Esto requiere contar con un perfil humano y empático, con compromiso ético e inteligencia social.

3.2. METODOLOGÍAS ACTIVAS

La formación en innovación y emprendimiento requiere de diseños curriculares que contrarrestan la educación repetitiva basada en la memorización y más centrada en la práctica y resolución de problemas (Ramírez Montoya et ál., 2021). Por lo tanto, las metodologías activas son absolutamente necesarias para trabajar la competencia; las clases magistrales tradicionales no son significativas. Como hemos discutido, el estudiante debe ser el protagonista de su propio aprendizaje, y el profesor debe ser el mentor, el guía. Las habilidades emprendedoras "se adquieren mejor a través de investigaciones y descubrimientos dirigidos por personas que permitan a los estudiantes convertir ideas en acción" (European Commission, 2011). Los métodos de aprendizaje más activos, diseñados para crear debate, mejorar la participación y las habilidades, el pensamiento crítico y también tener en cuenta las emociones, deben estar presentes en nuestras aulas (Thuy, 2017; Perez-Macias et ál., 2023). Estas actividades pueden involucrar la promoción de todo el proceso desde la creación hasta llevar una solución novedosa al mercado, o pueden centrarse en una etapa específica. La metodología y el diseño de la actividad deben permitir el aprendizaje del conocimiento del contenido y deben permitir la evaluación en muchas etapas del proceso, ya que la evaluación es una oportunidad crucial de aprendizaje

3.3. ESTRUCTURA Y PROGRAMACIÓN

El taller tiene como objetivo el alcance del siguiente resultado de aprendizaje: el docente participante es capaz de diseñar una actividad dentro

del contexto de su asignatura, que permita al estudiante alcanzar los resultados de aprendizaje sobre la competencia trasversal CT_02, especificados en el programa de la asignatura y alineados con los definidos en el Proyecto de Competencias Transversales de la UPV

El taller se basará en metodologías activas en las que el profesor asistente es el protagonista del proceso de aprendizaje. Se trabajará en grupos que serán mentorizados por técnicos y docentes con experiencia en emprendimiento. Como hemos ya señalado, éstos deberán actuar como facilitadores, guías y motivadores y deberán contar con las habilidades descritas anteriormente relativas al perfil del profesor emprendedor. En cuanto al papel del profesorado en el taller, un miembro comenta: "lo que el profesor necesita es casi como una consultoría. Necesitamos un grupo de mentores"¹. Los profesores serán los principales participantes en el taller, y el mentor desempeñará un papel crucial. En línea con las características previamente descritas que deben tener los profesores, los mentores deben poseer habilidades blandas, capacidades de liderazgo y empatía. "Los mentores incluirán tanto a profesores como a personal de Ideas y Generación Espontánea. Debe haber una mezcla." El grupo focal no determinó los requisitos para formar los grupos, considerando que la afinidad con la asignatura impartida podría ser un buen criterio.

En cuanto a las actividades, dadas las conclusiones del diagnóstico de situación, se considera que lo óptimo es que los participantes diseñen actividades para trabajar la competencia trasversal dentro del contexto de su asignatura y, si es posible, que ésta se trabaje a través de actividades diseñadas para obtener resultados de aprendizaje específicos o propios de la asignatura. En muchos casos se podrá partir de una actividad preexistente aunque en otros no. El taller requiere que los participantes determinen: 1) Descripción del contenido de la declaración de la actividad, así como otros requisitos necesarios para su desarrollo; 2) los resultados de aprendizaje que el estudiante debe alcanzar relacionados con la

¹ Se han entrecorinado las afirmaciones y opiniones expuestas por participantes del focus group.

competencia transversal que nos ocupa; y 3) las herramientas y criterios de evaluación de la competencia transversal.

En cuanto a los materiales, se creará un aula en línea donde, previamente a la realización del taller se informará a los participantes de su publicación y contenido. Se publicarán materiales útiles tanto para el desarrollo de la actividad como para su uso en varias clases relacionadas con las asignaturas que trabajan la competencia. Los materiales proporcionados consistirán en metodologías de aprendizaje activo, mejores prácticas en actividades que abordan las competencias y videos donde profesionales emprendedores y estudiantes emprendedores de la UPV comparten sus experiencias. "Las experiencias innovadoras presentadas en 'Generación Espontánea' y los proyectos 'Ideas' sirven de inspiración para el taller." Además, se desarrollará una hoja de trabajo para ayudar en el desarrollo de la actividad.

En cuanto al cronograma del curso, se consideró que las personas participantes requerirán de tiempo suficiente para diseñar la actividad, por lo que se proponen dos sesiones en dos días diferentes. En la primera se presentarán los objetivos del curso, se describirán los materiales, varios profesores con experiencia mostrarán sus mejores prácticas y ofrecerán consejos al resto, se formarán grupos de trabajo y se realizará la primera sesión de trabajo supervisada. La segunda sesión consistirá en que cada docente participante presente el diseño de su actividad al grupo y se resolverán las dudas surgidas en el desarrollo de la actividad. Entre la primera y la segunda sesión habrá un período que podría variar desde los 15 días hasta un mes.

Al centrarse en estos aspectos, el taller tiene como objetivo equipar al profesorado participante con las herramientas necesarias para integrar eficazmente la competencia de innovación, creatividad y emprendimiento en sus prácticas docentes, mejorando finalmente las capacidades.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los hallazgos de este estudio subrayan el papel crítico que juegan tanto el alumnado como el profesorado en la integración exitosa de las competencias emprendedoras en la educación superior. El análisis de las encuestas a estudiantes reveló una alta conciencia de las competencias transversales, con un 92.8% de los participantes reconociendo su importancia. Sin embargo, existe una brecha significativa entre la conciencia y la efectividad percibida de la formación emprendedora, con numerosos estudiantes sintiendo que los esfuerzos actuales son insuficientes. Esta discrepancia sugiere la necesidad de desarrollar y plantear actividades emprendedoras más atractivas y prácticas que se alineen con las expectativas y aspiraciones profesionales del alumnado.

Desde la perspectiva del profesorado, las entrevistas y discusiones en el grupo focal destacaron varios desafíos, incluyendo la integración de competencias emprendedoras en el currículo, la percepción de falta de madurez de algunos estudiantes y la necesidad de adoptar metodologías de enseñanza-aprendizaje efectivas. Los y las docentes enfatizaron la importancia del aprendizaje activo y de los métodos experienciales para fomentar la creatividad, la innovación y el emprendimiento entre sus estudiantes. También señalaron la necesidad de desarrollo profesional continuo para mantenerse al día con las necesidades educativas en evolución y las demandas de la industria.

Las implicaciones de este estudio son de largo alcance. Para el alumnado, un enfoque más integrado y práctico de la educación en emprendimiento puede mejorar su preparación para el mercado laboral, aumentar sus intenciones emprendedoras y mejorar sus habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico. Para el profesorado, el desarrollo profesional continuo y la adopción de metodologías de enseñanza innovadoras pueden llevar a una enseñanza más efectiva y a mejores resultados para todas las partes involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En conclusión, la integración de competencias transversales, particularmente en innovación, creatividad y emprendimiento, es esencial para

preparar al alumnado para los desafíos del mercado laboral moderno. Al abordar las brechas identificadas y aprovechar las fortalezas de estudiantes y educadores, la UPV puede crear un marco de educación emprendedora más cohesivo e impactante. Este enfoque unificado no solo beneficia a los participantes individuales, sino que también contribuye al bienestar económico y social en general.

El taller de formación para docentes busca mejorar la calidad y el impacto general de la educación emprendedora en la UPV. Tiene como objetivo equiparles con las herramientas y estrategias necesarias para enseñar eficazmente las competencias emprendedoras. Se centrará, principalmente, en actividades que trabajan contenidos específicos de la asignatura del participante, de manera que en la actividad diseñada se trabajarán tanto las competencias transversales como las específicas. Se utilizarán metodologías activas y aplicaciones del mundo real. La estructura del taller, que incluye trabajo colaborativo, mentoría y ejercicios prácticos, está diseñada para fomentar un ambiente de aprendizaje más atractivo y de apoyo para profesores y estudiantes.

Este proyecto se enfrenta a dos retos que habrá que superar para garantizar su éxito. En primer lugar, captar el interés del profesorado y motivarlo para que acepte el desafío de diseñar nuevas actividades con metodologías diferentes. No hay que olvidar que los programas están ajustados y que muchos docentes afirman disponer de poco tiempo para desarrollar o trabajar en competencias consideradas ajenas a su ámbito de especialidad. En segundo lugar, organizar el trabajo conjunto entre profesores, emprendedores externos y técnicos de los espacios emprendedores requiere de importantes esfuerzos de coordinación.

5. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Universitat Politècnica de València a través de sus convocatorias de apoyo a la innovación docente. Proyecto PIME/22-23 Ref.329: «Propuestas y diseño de actividades para la innovación, creatividad y emprendimiento en el aula».

6. REFERENCIAS

- Ahmad, S.Z., Abu Bakar, A.R. y Ahmad, N. (2018), An evaluation of teaching methods of entrepreneurship in hospitality and tourism programs, *The International Journal of Management Education*, 16(1), 14-25.
- Crișan, E. L., Beleiu, I. N., Salanță, I.-I., Bordean, O. N., y Bunduchi, R. (2024). Embedding entrepreneurship education in non-business courses: A systematic review and guidelines for practice. *Management Learning*, 55(4), 553-575. <https://doi.org/10.1177/13505076231169594>
- European Commission (2008). Entrepreneurship in higher education, especially within non-business studies Final Report of the Expert Group. European Commission, Enterprise and Industry Directorate General.
- European Commission (2011). Entrepreneurship 2020 Action Plan: Reigniting the Entrepreneurial Spirit in Europe.
- European Commission: Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs and Curth, A. (2015). Entrepreneurship education, a road to success – A compilation of evidence on the impact of entrepreneurship education strategies and measures, Publications Office <https://data.europa.eu/doi/10.2769/408497>
- European Commission (2023). *Entrepreneurship competence in vocational education and training in Europe. Synthesis Report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. https://www.cedefop.europa.eu/files/5600_en.pdf
- Farny S., Frederiksen S.H, Hannibal M., y Jones, S. (2016). A CULTure of entrepreneurship education. *Entrepreneurship and Regional Development* 28(7–8): 514–535.
- Feder, E. y Nițu-Antonie, R. (2017). The Role of Soft Skills in Developing Entrepreneurial Competencies. *Entrepreneurial Journal*, 29(3), 89-105.
- Hero, L.-M., Lindfors, E. y Taatila, V. (2017). Individual innovation competence: a systematic review and future research agenda. *International Journal of Higher Education*, 6(5), 103-121, <https://doi.org/10.5430/ijhe.v6n5p103>
- Jarne Muñoz, P. (2019). La libertad de cátedra y el papel de la guía docente en la Universidad derivada del Espacio Europeo de Educación Superior. *Revista Educación, Política y Sociedad*, 4(2), 122–135. <https://doi.org/10.15366/rep2019.4.2.006>

- Joensuu, S., Viljamaa, A., Varamäki, E., y Tornikoski, E. (2013). Development of entrepreneurial intention in higher education and the effect of gender: A latent growth curve analysis. *Education + Training*, 55(8/9), 781-803. <https://doi.org/10.1108/ET-06-2013-0084>
- Joensuu-Salo S., Peltonen K. y Hamalainen, M. (2023) The importance of HEI managerial practices in teachers' competence in implementing entrepreneurship education: Evidence from Finland. *The International Journal of Management Education*, 21(2). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100767>
- Llorca-Ponce, A.; Rius-Sorolla y G. Navarro-Astor, E. (2023). Innovation, creativity and entrepreneurship: Educational improvement plan for developing new learning activities at UPV. *INTED2023 Proceedings*, p. 5548-5552. <https://doi.org/10.21125/inted.2023.1451>
- Llorca-Ponce, A.; Rius-Sorolla, G. Navarro-Astor, E; Sancho, M.; Herrero-Debón, A.; Letelier Torres, P.O.; Sapena-Bañó, A.; Furió Vita, D. y Fernández-Plazaola, I. (2024). Analysis of Methodologies, Activities and Evaluation for learning creativity, innovation an entrepreneurship. *INTED2024 Proceedings*, p.6855-6860. <https://doi.org/10.21125/inted.2024.1812>
- Maheshwari, G.; Khanh Linh, K.; Raj A. Arokiasamy, A. (2023) Factors affecting students' entrepreneurial intentions: a systematic review (2005–2022) for future directions in theory and practice. *Management Review Quarterly* 73, 1903–1970 <https://doi.org/10.1007/s11301-022-00289-2>
- Maresch, D. Harms, R., Kailer, N. y Birgit Wimmer-Wurm, B. (2016). The impact of entrepreneurship education on the entrepreneurial intention of students in science and engineering versus business studies university programs. *Technological Forecasting and Social Change*, (10)2, 172-179.
- Navarro-Astor, E.; Llorca-Ponce, A.; Rius-Sorolla, G.; Sancho M.; Baviera Puig, M.A.; Sapena-Bañó, A.; Letelier Torres, P.O.; García Martínez, G; García Segovia, P. y Herrero-Debón, A. (2024). Lecturers' view at Universitat Politècnica de València (Spain). About training innovation, creativity and entrepreneurship transversal competence. *INTED Proceedings*. p.7274-7283. <https://doi.org/10.21125/inted.2024.1912>
- Pérez-Macías, N., Gismera Tierno, L. y De Nicolas, V. L. (2023): “Educational Innovation Boosting Students' Entrepreneurial Intentions”, *SAGE Open*, July-September 2023: 1–14. <https://doi.org/10.1177/21582440231196457>

- Phillips, R.A. (2019). Using Alumni Entrepreneurs Feedback to shape University Entrepreneurship Education, *5th International Conference on Higher Education Advances (HEAd'19)*, pp.85-93.
- Ramírez Montoya, M. S. y Valenzuela González, J. R. (Eds.) (2017). *Innovación educativa. Investigación, formación, vinculación y visibilidad* Madrid: Síntesis, 272 pp
- Ramirez-Montoya, M. S., Garcia-Peñalvo, F. J. y Rodriguez-Abitia, G. (2021). Teacher Training in Innovative Educational Practices. *Journal of Educational Technology*, 42(1), 22-36.
- Rius-Sorolla, G.; Llorca-Ponce, A. y Navarro-Astor, A. (2024). Innovation, creativity and entrepreneurship: Educational improvement plan for developing new learning activities at UPV, Student pre-assessment. *INTED2024 Proceedings*, p. 6246-6250. <https://doi.org/10.21125/inted.2024.1643>
- Romero-Martín, M. R., Asún Dieste, S. y Chivite Izco, M. (2020). Diseño y validación de un instrumento para analizar el sistema de evaluación de las guías docentes universitarias en la formación inicial del profesorado (IASEG). *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 24(2), 346–367. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i2.15040>
- Serdyukov, P. (2017). Innovation in education: what works, what doesn't, and what to do about it?. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, 10(1), 4-33. <https://doi.org/10.1108/JRIT-10-2016-0007>
- SEPE (2019). Plan de choque por el empleo joven 2019-2021. Resumen ejecutivo <https://bit.ly/4821fst>
- Stevenson, H. H., y Jarillo, J. C. (1990). A Paradigm of Entrepreneurship: Entrepreneurial *Management. Strategic Management Journal*, 11, 17–27. <http://www.jstor.org/stable/2486667>
- Thuy, N. (2017). Active Learning Methods: Enhancing Student Engagement and Learning Outcomes. *Educational Innovations*, 16(2), 95-107.
- UNESCO. (2019). Teaching Competencies: A Guide to the Development of Professional Skills.
- Volkman, C.; Wilson, K.E.; Mariotti, S.; Rabuzzi, D.; Vyakarnam, S. y Sepulveda, A. (2009). Educating the Next Wave of Entrepreneurs. Unlocking Entrepreneurial Capabilities to Meet the Global Challenges of the 21st Century; A Report of the Global Education Initiative, *World Economic Forum*: Geneva, Italy.

- Yániz Álvarez de Eulate, C. (2006). Planificar la enseñanza universitaria para el desarrollo de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24, 17–34.
<https://revistas.um.es/educatio/article/view/151>
- Wraae, B. y Walmsley, A. (2020). Behind the scenes: spotlight on the entrepreneurship educator. *Education + Training* 62 (3), 255-270.
<https://doi.org/10.1108/ET-01-2019-0009>

LA INTERSECCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ÉTICA Y SUSTENTABILIDAD EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR Y EMPRESARIAL. ESTUDIO DE CASO

HERNANDO RODRÍGUEZ SAMBRANO
Universidad El Bosque

1. INTRODUCCIÓN

La intersección de la inteligencia artificial, ética y sustentabilidad en la educación superior y empresarial es un tema de gran relevancia en la actualidad, ya que la implementación cada vez más extendida de la inteligencia artificial (IA) en diversos campos plantea importantes desafíos éticos y sociales. En este contexto, es esencial comprender la ética como una disciplina que guía el comportamiento humano y promueve la toma de decisiones responsables y sostenibles, tanto en el ámbito educativo como en el empresarial. En este sentido, la ética se conceptúa como ciencia de la moral, en la cual uno de sus campos de estudio es la investigación del problema del bien y del mal, el código moral de la conducta del individuo, aspiraciones dignas, qué conducta es buena y cuál es el sentido de la vida (Rosental & Iudin, 1965).

Al respecto, se relacionan algunos antecedentes de hechos antiéticos ocurridos en las últimas décadas a nivel mundial que afectaron el bien social, entre ellos: a) banco JP Morgan Chase con fraudes financieros a nivel mundial, donde el vicepresidente con información privilegiada y hurto de identidad de clientes efectuaba transferencias bancarias no autorizadas, lavaba dinero de clientes, traslado de activos hacia paraísos fiscales, y evasión de impuestos a expensas de los recursos de la propia entidad financiera; b) banco Bear Stearns realizó grandes inversiones en títulos

hipotecarios tipo sub-prime, que se concedían a personas que no podían pagarlas, generaron una falsa apariencia de crecimiento en el sector inmobiliario estadounidense, que terminó afectando al sistema bancario mundial. c) Enron Corporation, empresa energética y de servicios públicos en Estados Unidos, en la cual se originó una estafa por falsificación o modificación de información contable privilegiada para inflar sus acciones y engañar a los inversionistas; d) Odebrecht, con sobornos a funcionarios y autoridades públicas que abusan de su poder e influyen a realizar un mal uso intencional de los recursos financieros y humanos a los que tienen acceso, encubrimiento de información a entes de control, incumplimiento de las leyes existentes, malversación de operaciones contables, desviación de recursos públicos, falsedad en la información financiera. Martínez, J. A., & Peñaloza, M. M. (2018).

A lo anterior, se suma la crisis ambiental en la aldea global manifiesta en la Agenda de la 74ª Asamblea General de la ONU (2019), en Nueva York, en donde se programó la Cumbre Climática, asociada a la crisis climática que continúa generando alarmas y reacciones en todo el mundo. La crisis señala a la contaminación de aire, tierra y agua, como causas de la muerte de nueve millones de personas al año. En este ámbito, se menciona el deterioro del medio ambiente y el mal manejo de los recursos naturales como los protagonistas, que merece la atención prioritaria de todos los campos de la ciencia, como factores esenciales del futuro de la vida en el planeta tierra. Esto, nos enfrenta a una era donde la ética juega un papel crucial en nuestras decisiones, ya sea en el ámbito económico, social o ambiental. A la vez, la disrupción tecnológica manifiesta en la IA junto con una sólida base ética, puede servir como un catalizador para un cambio positivo en la sociedad y en las organizaciones. Al respecto, se reconoce la crisis de principios éticos que han marcado varias décadas recientes, como los ejemplos mencionados sobre escándalos financieros y la explotación del medio ambiente que han subrayado la necesidad de una toma de decisiones fundamentadas en valores éticos sólidos. La ética no solo es esencial en términos de integridad personal, sino que también afecta directamente al bienestar social y ambiental.

En este ámbito, la ética, con origen griego significa moral, carácter y costumbres, se enuncia como la ciencia que estudia la moral y sus aplicaciones en la sociedad, (Razinkov, 1984). Diccionario de filosofía. Moscú: Editorial Progreso). En el contexto de la educación superior y empresarial, la ética se considera una competencia genérica y transversal, necesaria para garantizar que los profesionales puedan abordar los desafíos éticos y sociales asociados con el desarrollo y la implementación de la inteligencia artificial. MEN (2007).

Desde una perspectiva educativa, la ética desempeña un papel fundamental en la formación de profesionales éticos y responsables en el campo de la inteligencia artificial. Esto implica no solo enseñar teorías éticas y modelos de desarrollo moral, sino también promover la reflexión crítica y el debate sobre cuestiones éticas en contextos empresariales y tecnológicos. Los estudiantes deben aprender a identificar y analizar dilemas éticos relacionados con la IA, así como a tomar decisiones éticas informadas en su futura práctica profesional. UNESCO (2024).

Por ejemplo, en el campo de la IA, los estudiantes pueden explorar dilemas éticos relacionados con la privacidad de los datos, la discriminación algorítmica y el impacto social de los sistemas de IA. Al abordar estos temas en el aula, los estudiantes pueden desarrollar habilidades para identificar y analizar cuestiones éticas, así como para tomar decisiones éticas informadas en su futura práctica profesional. Leung & Cooper (2006).

En el ámbito empresarial, la ética también juega un papel crucial en la toma de decisiones relacionadas con el desarrollo, implementación y uso de tecnologías de IA. Las organizaciones deben considerar no solo los aspectos técnicos y económicos de la IA, sino también sus implicaciones éticas y sociales. Esto implica adoptar políticas y prácticas éticas en el diseño y uso de sistemas de IA, así como promover una cultura ética en toda la organización. UNESCO (2024).

En cuanto a la investigación en ética y desarrollo moral cognitivo, esta se vuelve relevante para comprender cómo las personas enfrentan

dilemas éticos y toman decisiones morales en contextos empresariales y educativos. La teoría de Kohlberg (1976) sobre el desarrollo moral cognitivo, por ejemplo, sugiere que las personas pasan por varias etapas de desarrollo moral a medida que maduran, lo que influye en su capacidad para tomar decisiones éticas en situaciones complejas.

En este contexto, el enfoque de Rest (1979, 1986, 1990) soportado en la teoría de Kohlberg (1976, 1987, 1992) sobre el juicio moral y la motivación moral ofrece una perspectiva más amplia del desarrollo ético, reconociendo la importancia de la sensibilidad moral y el carácter moral en la toma de decisiones éticas. Estos modelos teóricos proporcionan una base sólida para la evaluación y el desarrollo de competencias éticas en la educación superior y empresarial, lo que contribuye a la formación de profesionales éticos y responsables, entre ellos los de Contaduría Pública del estudio de caso de la investigación, los cuales, a su vez, están comprometidos con el uso ético de la inteligencia artificial.

En cuanto a la aplicación práctica de la ética en la educación superior y empresarial, el Test de Definición de Problemas socio-morales (DIT) diseñado por Rest (1979) se destaca como una herramienta útil para evaluar el juicio moral y la organización del pensamiento moral en situaciones dilemáticas. Esta herramienta puede ayudar a identificar áreas de mejora en la formación ética y promover una cultura empresarial y educativa más ética y sostenible. (Pérez et al, 2014)

En el escenario actual, la integración de la ética en la educación superior y empresarial se convierte en una necesidad imperativa a medida que la tecnología avanza y la inteligencia artificial se vuelve más omnipresente en nuestras vidas. La rápida evolución de la IA plantea desafíos éticos y sociales complejos que deben abordarse de manera proactiva para garantizar un futuro sostenible y equitativo. Por lo tanto, es esencial que las instituciones educativas y las empresas incorporen la ética en sus políticas, prácticas y decisiones para mitigar los riesgos y maximizar los beneficios de la IA. González, & Martínez (2020).

Además, la ética en la inteligencia artificial no solo se trata de cumplir con regulaciones y estándares éticos establecidos, sino también de

fomentar una cultura ética en la que se promueva la responsabilidad, la transparencia y el respeto por los derechos humanos. Esto requiere un enfoque holístico que abarque aspectos éticos, legales, sociales y tecnológicos para abordar de manera efectiva los desafíos éticos emergentes en el campo de la inteligencia artificial. Las instituciones educativas y las empresas tienen la responsabilidad de educar a los estudiantes y empleados sobre los principios éticos fundamentales, así como de proporcionar las herramientas y recursos necesarios para abordar dilemas éticos de manera efectiva en el entorno laboral y académico. UNESCO (2024).

Por otro lado, la sostenibilidad también juega un papel importante en la intersección de la inteligencia artificial, ética y educación empresarial. A medida que nos esforzamos por construir un futuro más sostenible, es crucial considerar el impacto ambiental, social y económico de la IA y otras tecnologías emergentes. Esto implica adoptar prácticas empresariales éticas y sostenibles que promuevan la equidad, la inclusión y la responsabilidad social corporativa en todas las etapas del ciclo de vida de la tecnología. Asimismo, las instituciones educativas tienen la responsabilidad de enseñar a los estudiantes sobre la importancia de la sostenibilidad y prepararlos para liderar el cambio hacia un futuro más sostenible en sus carreras profesionales. Txetxu Ausin. (2021).

Ahora bien, el término de desarrollo sostenible aparece en el Informe Brundtland “Nuestro Futuro Común” presentado en la Asamblea General de la ONU (1987), adoptado a la vez por la economía con el fin de mostrar un nuevo modelo de crecimiento económico de los países industrializados, y siendo aceptado por el poder político a través de las Conferencias sobre Desarrollo Sostenible (DS) pero sin definirlo formalmente. El informe en esencia estipula “El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.” (ONU, 1987). Este se convierte, en la base para la formulación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 2030. (ONU, 2015), orientados hacia el desarrollo económico, social y sostenible de los recursos del medio ambiente.

En este contexto, aparece la Ética para la Sostenibilidad como la filosofía que busca armonizar el crecimiento económico, la inclusión social y la conservación ambiental, apoyados en los ODS 2030 con el influente ejercicio del poder político y la inmersión del Gobierno y la Gobernanza en el desarrollo de las políticas públicas. A la vez, en este escenario, surge la ética de los derechos humanos fundamentales que promueven la dignidad humana para reconstruir las relaciones del ser humano con la naturaleza, a través de una Ética específica para la Sustentabilidad que permite una mejor conciencia y compromiso del ciudadano del mundo en la mejora de valores de vida, de libertad, de equidad, de solidaridad, de respeto al medio ambiente, entre otros. Así, el logro del desarrollo sostenible necesita como medio el desarrollo manifiesto del paradigma de la sustentabilidad soportado en el comportamiento ético del individuo. Lo anterior, en corresponsabilidad con la bioética como la ciencia de la vida para la sustentabilidad con criterios de equidad y justicia social.

Al respecto, el paradigma de la Sustentabilidad fue planteado por Nijkamp (1990), a través del denominado Triángulo de Nijkamp, que relaciona el crecimiento económico (desarrollo sostenible), la sustentabilidad (manejo ambiental de la relación ser humano-naturaleza), y la equidad (manejo de equidad social como proceso de transacciones); donde el desarrollo sustentable se logra al alcanzar el equilibrio entre los tres objetivos referenciados. Esto mismo lo plantea Leff (1998) como estrategia empresarial en su paradigma sobre la sustentabilidad como modelo de desarrollo responsable y competitivo para buscar el equilibrio económico, ecológico y social, en el cual la sustentabilidad competitiva está referida al equilibrio en el ámbito de la globalización cada vez más compleja. (Barney, 1991). Lo anterior, como paradigmas de la sustentabilidad para el éxito de las organizaciones y su vigencia en el largo plazo.

2. OBJETIVO

Con base en lo expuesto en el punto anterior, en donde se ilustra que dada la función social de la educación superior mediada con el uso de la

IA y la imperativa necesidad de que su desarrollo moral le permita la toma de decisiones basados en principios éticos con prospectiva hacia un desarrollo sustentable, se plantea el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es el nivel de apropiación de la competencia de compromiso ético de los profesionales de las diversas áreas de conocimiento, utilizando la Inteligencia artificial como instrumento de innovación para los procesos de formación y procesos y toma de decisiones empresariales u organizacionales? Para lo cual, se plantea como objetivo de la investigación:

Determinar el nivel de apropiación de la ética en la formación de los diversos profesionales a través de metodología mixta y análisis hermenéutico, para lograr un profesional y ciudadano con compromiso ético y buen uso de la IA en beneficio de la sociedad. Estudio de caso con estudiantes de Contaduría pública de la Universidad El Bosque.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

La propuesta de investigación tiene un enfoque hermenéutico de carácter mixto el cual, según Hernández, Fernández, & Baptista (2014) “implica combinar los métodos cuantitativo y cualitativo en un mismo estudio” (p. 30).

El desarrollo de la investigación contempla entonces: a) un análisis de referentes documentales de la enseñanza-aprendizaje de la ética en el estudio de caso referenciado; b) identificación de situaciones dilemáticas tanto de la vida personal y profesional, articuladas con códigos de ética y deontológicos para el caso de la profesión contable; c) como teoría base para la evaluación del juicio moral se toma como la teoría de Kohlberg (1976) del desarrollo moral cognitivo (CMD, Cognitive Moral Development), donde la toma de decisiones éticas es un proceso racional mediante el cual los individuos usan la razón para enfrentar dilemas éticos y tomar decisiones teniendo en cuenta principios morales y criterios en los cuales ellos creen. Y como instrumento para la valoración del juicio moral de las personas se utiliza la Prueba de Definición de Problemas socio-morales Rest (1986) identificada como DIT (Defining Issues

Test,) en su versión adaptada al español (1996, 2014). Este instrumento a la vez, cuenta con validación científica y ha sido utilizado en varias investigaciones relacionadas a nivel mundial. En su versión original el test está compuesto por 6 dilemas éticos hipotéticos (6 historias), para cada uno de los cuales el participante evalúa un conjunto de 12 ítems y se le plantea que indique que tan importante es cada uno para decidir lo que se debe hacer. Los ítems reflejan diferentes estados de desarrollo del juicio moral y se asume que el nivel de desarrollo del juicio moral del participante influenciará la forma como califique y clasifique los ítems. Los participantes califican cada afirmación en una escala de Likert de importancia para decidir qué se debe hacer (de muy importante a nada importante); también los participantes deben señalar los cuatro ítems más importantes, jerarquizándolos del primero al cuarto en importancia, para la solución del problema planteado. La valoración es usada para construir la métrica o valor P, el cual se interpreta como el grado de juicio moral en el cual un participante cree que las consideraciones de los estadios 5 y 6 mencionados anteriormente son importantes para la toma de decisiones (Rest, 1979, 1986, 1996). Un mayor valor de P implica un menor porcentaje de estadios 1 al 4 (Rest et al., 1996).

El DIT permite evaluar las tres etapas del juicio o razonamiento moral: pre-convencional, convencional y post-convencional:

- a. En el nivel pre-convencional de visión individualista de interés propio, que responde a las normas culturales, a lo bueno y lo malo. Se consideran dos estadios: Estadio 1. De moralidad heterónoma, caracterizada por evitar romper las reglas apoyadas en el castigo y la obediencia; Estadio 2. De moral individualista, consistente en seguir las reglas, pero sólo cuando conviene a intereses personales.
- b. En el nivel convencional de visión de miembro de la sociedad, se considera valioso el mantenimiento de las normas y las expectativas de la familia, el grupo o la nación. Existe una conformidad de las expectativas personales con el orden social,

pero también se da una lealtad hacia el orden, manteniéndolo y justificándolo, e identificándose con las personas o grupos involucrados. Se consideran a la vez, dos estadios: Estadio 3. De moral de perspectiva del individuo en relación con otros individuos, teniendo como regla ponerse en el lugar del otro para ser considerado buena persona; Estadio 4. De moral del sistema social y de conciencia, que define los roles y las reglas para contribuir con la comunidad.

- c. En el nivel post-convencional de razonamiento moral de principios con autonomía, hay un esfuerzo por definir los principios y valores que tienen validez más allá de la autoridad que los mantiene y al margen de la propia identificación del sujeto con esos grupos (Rest, 1986, 1996). Se consideran, asimismo, dos estadios: Estadio 5. De moral del contrato social o utilidad y derechos individuales manifiesto en obedecer la ley a causa del contrato social; Estadio 6. Guiarse por la moral de principios éticos universales enmarcados por la dignidad de las personas.

Con base en lo anterior, se aplica el instrumento de encuesta de recolección de datos para la valoración del juicio ético descrito según el estudio de caso propuesto a estudiantes de Contaduría pública de la Universidad El Bosque, Colombia. El test fue aplicado mediante una encuesta digital. Una vez se aplicó el cuestionario con los datos obtenidos se efectuaron las verificaciones y pruebas de consistencia estadística requeridas por el test para el análisis y discusión de resultados (Rest, 1986, 1996).

4. RESULTADOS

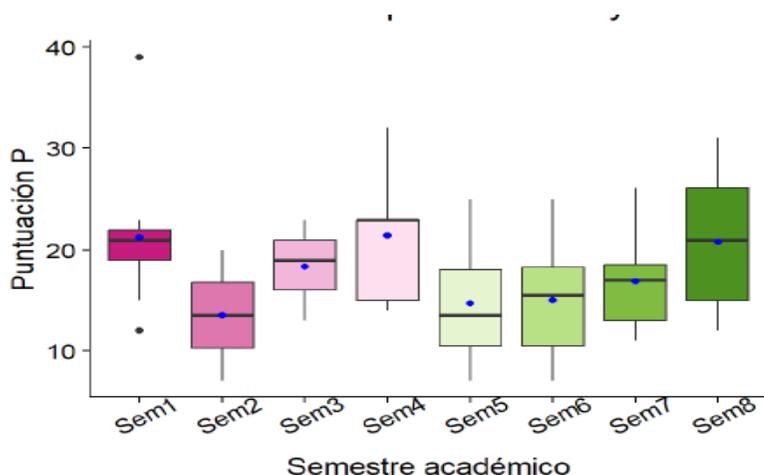
Para la investigación se realizaron 160 encuestas con el instrumento DIT. Al respecto, se presenta la siguiente figura 1 que muestra los resultados estadísticos obtenidos en los estadios 5A, 5B Y 6 del razonamiento socio moral de principios y valores con autonomía del nivel post-convencional definido en el punto (C) de la metodología, y que se hace manifiesto en las puntuaciones resultantes definidas como P que

involucra la suma de los estadios 5 y 6 de juicio moral más alto para el individuo. Al respecto, el DIT está confeccionado para medir esencialmente el pensamiento del nivel post-convencional, siendo la puntuación P el indicador la más importante para estimar la mejora del juicio de valor ético de los individuos, en este caso de los estudiantes en proceso de formación profesional.

Desde el punto de vista estadístico para el análisis de variables socio-demográficas versus la variable de apropiación del compromiso ético de los estudiantes en el proceso de formación académica en 8 semestres de duración de la carrera, se calcularon los indicadores estadísticos pertinentes para comparar la distribución, variabilidad y confiabilidad de las puntuaciones obtenidas con la aplicación del instrumento DTI, entre ellos el índice de confiabilidad Alfa de Cronbach de 0.7, equivalente a los obtenidos en investigaciones científicas similares.

En este caso, los resultados presentados en la figura 1, muestran que el nivel de apropiación del compromiso ético manifiesto como puntuación P por parte de los estudiantes del primer semestre (P=21 puntos) es equivalente al nivel de juicio ético del octavo semestre (P=21 puntos). Esto indica que, el proceso de formación ética estipulado en los cursos de Biótica y de Responsabilidad Social Empresarial del plan de estudios respectivo, no aportó a mejorar el nivel de razonamiento moral esperado en los estudiantes, quedando como interrogantes el ¿por qué los cursos de ética del plan de estudios no contribuyeron a mejorar la apropiación ética de los estudiantes? y/o ¿es el proceso de enseñanza de la ética adecuado?

FIGURA 1. Puntuación P de razonamiento socio-moral en proceso de formación profesional. Caso de estudio



Nota: Grupo de investigación LINCE de UEB, 2024.

5. DISCUSIÓN

Al respecto, se sugiere que todos los programas académicos de educación superior deben ilustrar el manejo de las cuestiones éticas, las cuales requieren que los participantes del curso reflexionen sobre la integridad, la equidad y la justicia asociadas con el comportamiento de y entre los individuos. En este sentido, se pueden enseñar las dimensiones éticas de una profesión con el desarrollo de programas de ética que proporcionen un entorno en el que se pueda aprender el razonamiento ético, no de un modo basado en reglas sino de forma analítica y reflexiva de acciones entre alternativas, muchas de ellas en conflicto entre sí. A la vez, la orientación docente es clave para el éxito pues con su compromiso ético deben estimular el debate académico sobre el tema, mejorando la sensibilidad de sus estudiantes a las dimensiones éticas y morales del papel de su profesión en la sociedad, aumentando a la vez, las habilidades y la moral de los estudiantes para el debate y la razón en los niveles superiores del desarrollo ético. En este aspecto, la educación ética requiere la elección de materiales y pedagogías apropiadas con énfasis en el aprendizaje

activo y no pasivo, que involucre un procesamiento con pensamiento crítico esencial para el logro de los objetivos de la educación ética, y la necesidad de incorporar la evaluación como parte integral de los esfuerzos del aprender-aprender de la ética. Aquí, lo escrito en investigaciones a nivel global sobre el tema, reclama sobre la falta de interés de los académicos por las cuestiones éticas, evidenciado en un estudio de Bernardi (2004), el cual muestra que el 97.3% de 6.200 profesores encuestados del área contable en Estados Unidos, señalan que la ética no es un área de su interés en la enseñanza.

Con relación a los resultados obtenidos se debe fortalecer desde la academia una ética para la sustentabilidad soportada con la modificación del comportamiento ético del individuo como proyecto de vida manifiesto como buen profesional y buen ciudadano en sociedad. En este contexto, para asegurar que exista esta ética, se sugiere: a) Obligatoriedad en los programas de formación de cursos como la ética, biótica, Responsabilidad Social Empresarial, cívica, entre otros; b) Cambios en las estrategias pedagógicas y didácticas en el proceso de formación ética para que sean proactivos, evitando que se aprecien como cursos de costura o de relleno; c) en Colombia que los resultados de aprendizaje de estos cursos tengan evaluaciones representativas a través de la evaluación de Competencias éticas ciudadanas que se miden a nivel nacional con las Pruebas Saber Pro del Estado y que son ilustradas con los indicadores de Valor Agregado y Aporte Relativo que representan el aporte de la Institución de Educación Superior en la formación de las competencias ciudadanas; d) Cumplimiento de los profesionales a códigos de ética deontológica respectivos; entre otros.

Por otro lado, desde el planteamiento de la ética de la sustentabilidad como proyecto de vida personal y profesional se facilita incentivar y lograr entre otros aspectos: a) la utilización adecuada de la IA con responsabilidad, manifiesta en el cumplimiento de normas y códigos éticos con sus consecuencias administrativas y legales. En este sentido, existe a la fecha un vacío en la regulación ética para el uso adecuado de la IA,

demostrado en qué no se puede determinar hoy el plagio derivado de su uso en trabajos académicos y de investigación; b) a los estudiantes se les debe ilustrar sobre las grandes bondades y beneficios de la IA como instrumento de formación y de innovación tanto en el nivel de formación como a nivel del desarrollo de la ciencia; pero, a la vez, mostrar las consecuencias por el uso inadecuado de la IA mediante el plagio que a la fecha no se puede determinar; c) motivar con estrategias pedagógicas y didácticas innovadoras utilizando la IA, con desarrollo de clases dinámicas centradas en estudios de casos o de proyectos.

Ahora bien, la sustentabilidad desde la óptica de la IA implica utilizar la IA para desarrollar soluciones que equilibren las necesidades humanas a través del equilibrio entre un balance ecológico adecuado, una prosperidad económica viable y un bien social. Esto, soportado en la ética de la sustentabilidad manifiesto con la modificación del comportamiento humano.

A la vez, introducir ética en la IA implica educación en valores, regulaciones, desarrollo responsable, diálogo transdisciplinario y responsabilidad corporativa para garantizar el uso ético, transparente y equitativo de la tecnología. Ello a la vez, implica acciones como: educación para integrar la ética en la formación de profesionales de IA, fomentando la reflexión sobre el impacto ético de sus decisiones, dentro de un marco normativo que garanticen el uso ético de la IA, protegiendo los derechos individuales y promoviendo la transparencia y la rendición de cuentas entre otros aspectos.

6. CONCLUSIONES

Como resultados de la investigación se cuentan entre otros: a) No se logra mostrar una mejora en el comportamiento ético producto de la formación ética en la educación superior que es inherente al ejercicio profesional y que implica calidad de vida y bien común ciudadano en la lucha contra la corrupción. En el ámbito educativo, la formación ética se revela como una herramienta invaluable. Investigaciones recientes respaldan la idea de que la educación superior puede influir positivamente en el comportamiento ético de los individuos; b) así, es crucial integrar

cursos de ética y bioética en los planes de estudio profesionales, que superen la tendencia mundial al respecto, beneficiándose a la generación presente y venideras; c) con el compromiso ético y bioético se mejora en el pensamiento crítico para la toma de decisiones de las personas. En este sentido, la ética también está intrínsecamente ligada a la IA. A medida que la IA se integra más en los procesos de toma de decisiones empresariales, surge la necesidad de consideraciones éticas en su diseño y aplicación. La autonomía, la no maleficencia, la beneficencia y la justicia deben ser principios rectores en el desarrollo y uso de la IA; d) finalmente, debemos considerar cómo estos principios éticos y de sostenibilidad se traducen en el mundo empresarial, a través del paradigma de la sustentabilidad, que busca el equilibrio entre el crecimiento económico, la sustentabilidad ambiental y la equidad social, presentado como un modelo a seguir. Las organizaciones que adoptan este enfoque no solo son más éticas y sostenibles, sino que también son más responsables y competitivas a largo plazo.

Sumado a lo anterior, se hace énfasis en mejorar la calidad de la enseñanza ética con: a) eliminar las falencias de la docencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ética, derivadas de la falta de compromiso ético del docente manifiesto en su baja motivación para la enseñanza de la ética; b) generar el cambio de estrategias pedagógicas y didácticas que faciliten los procesos activos y no pasivos de la enseñanza de la ética.

Este estudio no solo tiene implicaciones para la Universidad El Bosque UEB y su programa de Contaduría Pública, sino que también puede ofrecer información valiosa para la formulación de políticas educativas y prácticas empresariales éticas en el campo de la contaduría pública en general. Al comprender mejor cómo se desarrolla la competencia ética en los estudiantes, se pueden identificar áreas de mejora en el diseño curricular y en las estrategias de enseñanza que promuevan un comportamiento ético sólido en el ejercicio profesional.

En resumen, la intersección de la inteligencia artificial, ética y sustentabilidad en la educación superior y empresarial es un área de investigación

y desarrollo en constante evolución. La ética desempeña un papel fundamental en la formación de profesionales éticos y responsables en el campo de la inteligencia artificial, y su aplicación práctica contribuye a la promoción de una sociedad más ética y sostenible. Al integrar la ética en la educación y práctica empresarial, se puede garantizar que la inteligencia artificial se utilice de manera responsable y en beneficio de la sociedad en su conjunto.

7. REFERENCIAS

- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1): 99-120.
- Bernardi, R. A. (2004). Suggestions for providing legitimacy to ethics research. *Accounting Education*, 19(1), 145-146. En Gonzalo, J.A. y Garvey, A.M. (2007). Ética y enseñanza de la contabilidad (una propuesta de discusión). *Contaduría Universidad de Antioquia*, 50, 11-42.
- Geary & Sims (2006). ¿Se puede aprender la ética? En *Educación Contable*, 3(1), 3-18.
- González, M. & Martínez, D. (2020). Dilemas éticos en el escenario de la Inteligencia Artificial. *Economía y Sociedad*. 25(57): 1-17
- Hernández, R.; Fernández, C.; & Baptista, M.P. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill / Interamericana Editores. S.A.
- Kohlberg, L. (1976). Enfoques psicoanalíticos y de desarrollo cognitivo de la educación moral. ERIC Institute of Education Sciences.
- Kohlberg, L. (1987). El enfoque cognitivo-evolutivo de la educación moral. En Jordán, J.A. y Santolaria, F. (eds.), *La educación moral hoy. Cuestiones y perspectivas*, Barcelona: PPU.
- Kohlberg, Lawrence (1992). *Psicología del desarrollo moral*, Bilbao: Descleé de Brouwer.
- Leff, E. (1998). *Saber Ambiental: Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. Madrid: Siglo XXI editores.
- Leung, P.; & Cooper, B.J. (2006). Ética en contabilidad: una experiencia en el aula. *Educación contable*, 3:1, 19-33.

- Martínez, J. A., & Peñaloza, M. M. (2018). Análisis de cinco casos antiéticos en el actuar profesional del contador público y sus consecuencias disciplinarias. Trabajo de grado, Bogotá, Colombia: Universidad de la Salle.
- Ministerio de Educación Nacional (2007). Estándares Básicos de Competencias. Bogotá: MEN
- Nijkamp, P., van den Bergh, C. J. M. & Soeteman, F. J. (1990). Regional sustainable development and natural resource use. Proceedings of the World Bank Annual Conference on Development Economics. Washington D.C.
- ONU. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Informe Brundtland. Asamblea General de Naciones Unidas. New York: ONU.
- ONU. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS. Asamblea General de Naciones Unidas. New York: ONU.
- ONU. (2019). Cumbre de acción climática. Debate y cumbres de la 74 Asamblea General de las Naciones Unidas. New York: ONU.
- Pérez, E.; Mestre, V.; Frias, M.D.; & Soler, M.J. (traductores). (2014). Manual DIT Defining Issues Test (Cuestionario de Problemas Socio-morales). Valencia: España: Nau Llibres. Ediciones culturales valencianes. S.A.
- Razinkov, O. (1984). Diccionario de filosofía. Moscú: Editorial Progreso
- Rest, J. (1979). Development in judging moral issues. Minneapolis: University Minnesota Press.
- Rest, J. (1986). Moral development: advances in theory and research. New York: Praeger Press.
- Rest, J. (1990). DIT Manual, Minnesota: Center for the Study of Ethical Development.
- Rest, J. (1996). DIT Defining issues test (cuestionario de problemas sociomorales). Manual en español. Valencia, España: Editores: Nau Llibres
- Txetxu Ausin. (2021). ¿Por qué ética para la Inteligencia Artificial? Lo viejo, lo nuevo y lo espurio. En Sociología y Tecnociencia. 11 Extra_2: 1-16
- UNESCO. (2024). 2º Foro Mundial sobre la Ética de la Inteligencia Artificial: Cambiando el panorama de la gobernanza de la IA. Recuperado <https://www.unesco.org/es/forum-ethics->

EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN EL EMPRESARIADO Y LA INNOVACIÓN REGIONAL: UNA PERSPECTIVA DESDE AMÉRICA LATINA

GARCÍA HURTADO, DAYANIS
Universidad internacional de Valencia

PERIS-ORTIZ, MARTA
Universitat Politècnica de València
CETYS Universidad, México

LÓPEZ SIEBEN, MÓNICA
CETYS Universidad, México

1. INTRODUCCIÓN

Las universidades son actores clave en la generación de conocimiento y se establecen como agentes estratégicos en el ecosistema de innovación y emprendimiento regional, promoviendo el crecimiento económico y la competitividad (Hamidi, Zandiatashbar, & Bonakdar, 2019; Ho Bong, Kwon, & Park, 2022). En las últimas décadas, las universidades han adoptado estrategias que consolidan su papel como importantes intermediarios en la incorporación de ciencia y tecnología en el proceso empresarial de comercialización de bienes y servicios mediante la transferencia de conocimiento y tecnología, dando origen al concepto de emprendimiento universitario (Etzkowitz, 1997, 2017). El emprendimiento universitario ha sido considerado en la literatura académica como la ampliación de las funciones universitarias de docencia e investigación, basada en la transferencia, comercialización y diseminación del conocimiento capaz de generar un crecimiento económico regional o nacional. La transferencia tecnológica y de conocimiento en forma de emprendimiento empresarial se incorpora al desempeño de la propia universidad y es una de sus funciones (Etzkowitz, 2017). Este nuevo

modelo de universidad se caracteriza por un papel más directo en la estimulación del crecimiento económico local y regional (Morovati & Mofateh, 2020).

Los estudios que han abordado el emprendimiento universitario incluyen factores como las características de la universidad emprendedora, los procesos de transferencia de tecnología, la interacción entre el gobierno, la industria y la universidad, y el establecimiento de spin-offs y la comercialización de investigaciones académicas (Huynh Evertsen, Rasmussen, & Nenadic, 2022; Morovati & Mofateh, 2020). Varios autores han argumentado la importancia del emprendimiento como un factor habilitador que estimula la generación y transmisión de conocimiento y acelera su absorción en los procesos productivos (Prokop, 2021; García-Hurtado, Devece, & Hoffmann, 2022), favoreciendo la creación y comercialización de innovaciones en contextos regionales. Sin embargo, el éxito del emprendimiento universitario está supeditado a una serie de actores interrelacionados que interactúan en una compleja red de relaciones dentro de una región geográfica, con el fin de generar y establecer nuevas empresas a lo largo del tiempo. Este fenómeno se conoce en la literatura como ecosistemas de emprendimiento (Isenberg, 2010).

Los estudios sobre ecosistemas de emprendimiento subrayan la importancia de un contexto local o regional. En este contexto regional, la universidad puede tener un papel clave para el éxito del ecosistema. El concepto de ecosistema de emprendimiento universitario se refiere al conjunto de vínculos con actores locales, regionales y nacionales que una universidad construye y utiliza para sus actividades de respaldo y fomento de la comercialización de innovaciones. Una forma habitual de estas actividades de soporte a la comercialización es la formación de spin-offs (Prokop, 2021). Factores contextuales como la infraestructura y el desarrollo tecnológico, las condiciones de financiación (en incentivos, subsidios, contratos), la fortaleza del clúster de innovación y las políticas de gobierno para el desarrollo de la innovación influyen y configuran el ecosistema de emprendimiento universitario (Huynh Evertsen et al., 2022;

Content, Bosma, Jordaán, & Sanders, 2020; Mendonça Silva, Ferreira Moutinho, & Carrizo Moreira, 2022; Morovati & Mofateh, 2020).

Los análisis sobre ecosistemas de emprendimiento también han abordado las características de la universidad que condicionan su función emprendedora. En este sentido, la calidad de la investigación de la universidad y su alcance es un factor que favorece la relación con la industria. Las universidades con resultados significativos en investigación son prioritariamente elegidas por empresas del territorio (Parmentola, Ferretti, & Panetti, 2021). Además, la reputación en investigación de la universidad puede tener una influencia indirecta en los niveles de emprendimiento, ya que es un indicador de la calidad de las nuevas empresas tanto para los inversores como para los socios potenciales.

1.1. EXPLORACIÓN DE ECOSISTEMAS DE EMPRENDIMIENTO UNIVERSITARIO EN DIFERENTES CONTEXTOS

En los últimos años, se han llevado a cabo estudios exploratorios del emprendimiento universitario y su configuración a partir de los componentes de los ecosistemas en diferentes contextos. El foco fundamental de las investigaciones se ha centrado en el análisis de ecosistemas de emprendimiento universitario ya consolidados (Morovati y Mofateh, 2020) y su influencia en el desarrollo regional. En la literatura se reportan estudios de ecosistemas emprendimiento universitario en regiones como Europa, Asia y EEUU (Content et al., 2020, Mendonça et al., 2022, Morovati y Mofateh, 2022). Cuando existe un sólido ecosistema emprendedor y una participación activa de otros actores regionales, las funciones de las universidades son más delimitadas. Por otro lado, en el contexto en el que el nivel de capacidad regional y la participación de las partes interesadas es relativamente baja, las universidades pueden desempeñar un papel más importante en la innovación regional. En todo caso, las universidades juegan un papel clave para las empresas que necesitan ampliar las fronteras del conocimiento y desarrollar productos y procesos de vanguardia que les permita seguir siendo competitivas (Ferreira & Carayannis, 2019; García-Hurtado et al., 2022).

En el ecosistema de emprendimiento universitario coexisten tres elementos clave: el entorno ambiental, el entorno físico y el entorno cultural. La coexistencia de estos elementos es fundamental para la cohesión del ecosistema y el desarrollo del emprendimiento. El entorno ambiental se refiere a las condiciones externas que afectan el ecosistema de emprendimiento universitario, incluyendo factores económicos, políticos, legales y de infraestructura. Este entorno determina las oportunidades y las restricciones que enfrentan las universidades y los emprendedores. Por ejemplo, la infraestructura tecnológica disponibilidad de internet de alta velocidad y servicios digitales avanzados facilita la operación diaria de las empresas y es esencial para la innovación digital y la creación de negocios basados en tecnología (Malecki, 2010). Además, la estabilidad económica y un sistema financiero sólido facilitan el acceso a capital y recursos necesarios para el desarrollo de nuevas empresas (Autio, Kenney, Mustar, Siegel, & Wright, 2014).

El entorno físico incluye la infraestructura física y los recursos materiales disponibles para apoyar el emprendimiento en las universidades. Esto abarca desde laboratorios y equipos tecnológicos hasta parques científicos y tecnológicos. La disponibilidad de instalaciones de vanguardia y espacios de coworking puede proporcionar a los emprendedores el ambiente necesario para la innovación y la colaboración (Etzkowitz, 2008).

El entorno cultural se refiere a las normas, valores y actitudes que prevalecen dentro de la universidad y la comunidad circundante. Un entorno cultural que valore y apoye el emprendimiento puede ser un factor decisivo para el éxito de nuevas empresas. Esto incluye el apoyo institucional para actividades emprendedoras, la promoción de una mentalidad innovadora entre estudiantes y profesores, y la existencia de programas educativos enfocados en el emprendimiento (Guerrero, Urbano, Cunningham, & Organ, 2014). La cultura emprendedora también se ve influenciada la creación de redes y el intercambio académico puede fomentar la transferencia de conocimientos.

La interacción entre estos tres elementos es crucial para la cohesión y el desarrollo del ecosistema de emprendimiento universitario. La

coexistencia de un entorno ambiental favorable, una infraestructura física adecuada y una cultura emprendedora sólida crea un círculo virtuoso que puede potenciar el emprendimiento y la innovación. Estudios han demostrado que la integración efectiva de estos elementos puede conducir a un mayor número de spin-offs universitarios, patentes y colaboraciones con la industria (Rasmussen, Mosey, & Wright, 2014).

Sin embargo, estos elementos pueden configurarse de forma distinta en otras regiones, lo que implica una comprensión limitada de las diferentes configuraciones del ecosistema de emprendimiento universitario en función del contexto. Esto es particularmente interesante en las economías emergentes las cuales enfrentan desafíos significativos, como limitaciones en infraestructura, financiamiento, y educación, que pueden obstaculizar el desarrollo de un ecosistema de innovación robusto. (Qureshi, Park, Atilio Crespi, & Benavente, 2021). A diferencia de las economías desarrolladas, donde la infraestructura avanzada, la disponibilidad de capital y un entorno regulatorio favorable facilitan la innovación, economías emergentes como Brasil tienen que superar más barreras estructurales. No obstante, también tienen la ventaja de poder adaptarse rápidamente nuevas tecnologías y modelos de negocio sin las restricciones de sistemas legados.

En Brasil, las investigaciones empíricas se han concentrado fundamentalmente en el estudio del ecosistema de emprendimiento regional, sin analizar el papel impulsor de la universidad dentro del ecosistema (Siqueira et al 2014). Además, el foco principal ha estado en la región de São Paulo, caracterizada por ser uno de los primeros ecosistemas de emprendimiento e innovación en Latinoamérica (Siqueira et al.,2023; Aparcido y Silveira 2018).

El emprendimiento universitario en el contexto de Brasil puede tener un papel protagonista en la transmisión de conocimientos, respondiendo activamente a en el desarrollo de capacidades de adaptación y recuperación post pandemia. Ello se debe fundamentalmente a su influencia en el desarrollo de las capacidades de innovación regionales, no

solo por la formación de recursos humanos altamente capacitados, sino por reunir el mayor potencial de investigadores. En este sentido, las actividades de emprendimiento de la universidad pueden abordar problemas estratégicos que ningún otro actor regional podría resolver por sí solo.

Esta investigación pretende cubrir las brechas de conocimiento existentes en la literatura, examinando los ecosistemas de emprendimiento universitario en Brasil. En particular, esta investigación se centra en los diferentes componentes del ecosistema de emprendimiento relacionado con el entorno ambiental, el entorno físico y el entorno cultura y su relación con la innovación regional. Ello permitirá ver la configuración más efectiva de los componentes del ecosistema de emprendimiento en las universidades brasileñas y cómo dichas configuraciones pueden conducir a un resultado favorable en la innovación regional.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la relación entre el ecosistema de emprendimiento universitario y la innovación regional en el contexto de América Latina.

Objetivos específicos:

Realizar un análisis exploratorio de los componentes del ecosistema de emprendimiento universitario en el contexto de Brasil.

Analizar la influencia que ejercen los componentes del ecosistema de emprendimiento universitario en la innovación en Brasil.

Proponer un modelo de relaciones causales que potencie la innovación regional desde un enfoque de ecosistema de emprendimiento universitario, aplicando el análisis comparativo cualitativo de conjuntos difusos (fs/QCA).

3. METODOLOGÍA

El proyecto de investigación propone utilizar el método de análisis comparativo cualitativo de conjunto difuso (fs/QCA) para explorar el ecosistema de emprendimiento universitario en ALC y su influencia en la innovación regional. El objetivo principal del método es determinar qué combinación de configuraciones o vías (variables independientes) es mínimamente necesaria y/o suficiente para lograr un determinado resultado (variable dependiente) e identificar qué grupos de casos comparten una combinación específica de condiciones (Ragin, 2008; Rihoux & Ragin, 2009). En este caso, el método fs/QCA ayudará a comprender mejor las configuraciones del ecosistema de emprendimiento universitario que propician la innovación regional, destacando la importancia de componentes específicos del entorno ambiental, el entorno físico y el entorno cultural.

Este estudio empírico se basa en datos del Ranking de Universidades Emprendedoras (2021) de Brasil (<https://universidadesempreendedoras.org/ranking/>). El contexto de las universidades brasileñas ha sido poco explorado en el ámbito de los ecosistemas de emprendimiento universitario. Este contexto resulta particularmente interesante, dado que Brasil lidera en Sudamérica en términos de innovación y producción científica, ocupando el puesto 49 entre 132 países según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, 2022). Además, el país alberga universidades de renombre como la Universidad de São Paulo (USP), que ocupa el puesto 85 en el ranking QS World University, siendo la primera institución brasileña en alcanzar el top 100 a nivel mundial.

La Confederación Brasileña de Empresas Juniors (Brasil Júnior) y el Movimiento Empresa Júnior (MEJ) desarrollan cada dos años el Ranking de Universidades Emprendedoras, con el objetivo de transformar las universidades brasileñas mediante nuevos estímulos para la educación superior y hacerlas más emprendedoras. El ranking evalúa 126 universidades, de las cuales: 66 eran universidades federales (52%); 32 estatales (25%); 21 privadas sin fines de lucro (17%); 6 privadas con fines

de lucro (5%); y 1 municipal (1%). El conjunto de datos del Ranking de Universidades Emprendedoras se utiliza ampliamente en la investigación sobre emprendimiento e innovación de las universidades, específicamente en el contexto de Brasil (Salgado et al.,2022; Aragão et al.,2022; Corrêa & Teixeira, 2022). La Tabla 1 detalla las variables.

TABLA 1. Descripción de variables y fuentes de datos

Variable	Descripción	Fuente
Variable resultado		
Patentes (Pat)	Revela el número de patentes que fueron depositadas por la IES en un período de 10 años. Los datos fueron extraídos de la plataforma internacional Wipo - World Intellectual Property Organization.	World Intellectual Property Organization.
Condiciones antecedentes		
Infraestructura	Este indicador se calcula en base a la evaluación de la percepción de los estudiantes sobre la infraestructura física y la disponibilidad/velocidad de internet en su institución.	Ranking de universidades emprendedoras (2021)
Capital (Cap)	La inserción de capital financiero es crucial para impulsar los ecosistemas emprendedores, ya sea mediante inversiones en proyectos innovadores o proporcionando las condiciones básicas de infraestructura y administración.	Ranking de universidades emprendedoras (2021)
Incubadoras (Encub)	Este indicador se mide a través de tres modelos: resultados de las ICTs, existencia de NIT y empresas incubadas.	Ranking de universidades emprendedoras (2021)
Proyectos (Project)	Número de proyectos registrados en la institución de educación superior (IES), recopilados por los embajadores del RUE. Estos números de proyectos de extensión se dividieron por el número de estudiantes de la institución y se midieron en una escala de 0 a 10, donde la IES con el valor más alto recibió un puntaje de 10.	Ranking de universidades emprendedoras (2021)
Parque Científico Tecnológico (ParqCT)	Este indicador se basa en la instalación de un parque tecnológico en la ciudad de la IES y su asociación o convenio con dicho parque.	Ranking de universidades emprendedoras (2021)

Formación Am- presarial (For- mEmp)	Evalúa la contribución de la metodología de enseñanza de la institución de educación superior (IES) para el desarrollo de competencias emprendedoras, la contribución del plan de estudios del curso para el desarrollo de competencias emprendedoras, además de la flexibilidad en el plan de estudios.	Ranking de uni- versidades em- prendedoras (2021)
Intercambio aca- démico (IntAcad)	Evalúa el número de intercambios internacionales realizados por la IES, incluyendo tanto la salida de estudiantes al exterior como la llegada de estudiantes extranjeros, dividido por el número total de alumnos.	Ranking de uni- versidades em- prendedoras (2021)
Red Internacional	Mide la oferta de intercambios e integración a través de in- vestigaciones con otras IES. El número de asociaciones inter- nacionales por cada 1000 estudiantes fue recopilado por los embajadores del RUE.	Ranking de uni- versidades em- prendedoras (2021)

Fuente: elaboración propia

4. RESULTADOS

4.1. Calibración

La calibración de datos se utiliza para preparar el análisis de conjuntos difusos (Fiss, 2011). Para calibrar los datos, podemos elegir los valores 0,95, 0,50, 0,05 como los tres umbrales (o puntos de interrupción), que transformarán los datos en la métrica de probabilidades logarítmicas con todos los valores entre 0 y 1. Para encontrar qué valores en nuestro conjunto de datos corresponden a 0,95, 0,50 y 0,05 comúnmente se utilizan los percentiles. Sin embargo el umbral de membresía puede cambiarse o ajustarse. Si los datos no tienen una distribución normal, sino que están sesgados, entonces el 80 %, el 50 % y el 20 % se pueden establecer como umbrales para la membresía del conjunto completo, la membresía del conjunto intermedio y la membresía del conjunto completo que no pertenece al conjunto completo (Pappas, Mikalef, Giannakos y Pavlou, 2017). Para comprobar la distribución de los datos se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, confirmándose así la no normalidad de los datos. Por consiguiente, se asume 80 %, el 50 % y el 20 % se pueden establecer como puntos de corte (Pappas & Woodside, 2021).

TABLA 2. Datos resumidos y calibración (N = 126)

Estadísticas	Pat	ForEmpr	Incub	Poyect	Par-queCT	IntAcad	Re-dInt	Cap
Media	1,19	6,86	3,25	1,51	4,37	0,57	4,97	2,45
Std. Dev	2,00	0,70	1,22	1,61	4,04	1,39	1,55	1,87
Min.	0,00	5,66	0,00	0,00	0	0,00	1,69	0,00
Max.	10,00	8,96	7,72	10,00	10	10,00	10,00	10,00
Shapiro-Wilk (Sig.)	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41
80 %	2,01	7,58	3,96	2,26	10,00	0,67	6,25	3,80
50%	0,30	6,54	2,93	1,05	5,00	0,12	4,97	2,33
20 %	0,00	6,39	2,72	0,41	0,00	0,00	3,75	0,62

Fuente: elaboración propia a partir de datos de SPSS

4.2. ANÁLISIS DE CONDICIONES NECESARIAS

Las condiciones necesarias se refieren a aquellas condiciones que deben estar presentes para que exista el resultado de interés (Rihoux y Ragin, 2009). Una condición o combinación de condiciones con un nivel de consistencia superior al umbral de 0,8 se considera condición necesaria (Ragin, 2000, 2008).

Como núcleo de fsQCA, se debe probar la necesidad de cada condición antes de construir una tabla de verdad (Schneider & Wagemann, 2010). Identificar si alguna de las siete condiciones era necesaria para la transferencia de tecnología, analizamos si la condición siempre estuvo presente (ausente) en todos los casos donde el resultado estuvo presente (ausente). Como se muestra en la Tabla 3, tanto los niveles de consistencia como de cobertura de cada condición fueron inferiores al umbral recomendado de 0,8 (Ragin, 2008), lo que indica que las variables de la condición no podían explicar completamente la variable resultante. En resumen, ninguna condición aislada constituía una condición necesaria para el desarrollo patentes en el contexto del ecosistema de emprendimiento. Por lo tanto, se requirieron análisis adicionales de combinación de configuraciones condicionales.

TABLA 3. *Análisis de condiciones necesarias para la Patentes*

Condiciones probadas	Consistencia	Cobertura
ForEmpr	0.532280	0.513606
~ ForEmpr	0.613659	0.555692
Incub	0.618076	0.613180
~Incub	0.525654	0.464076
Poyect	0.627591	0.605871
~Poyect	0.518858	0.469629
ParqCT	0.595310	0.627956
~ParqCT	0.579680	0.486040
IntAcad	0.662588	0.648810
~IntAcad	0.465851	0.416148
RedInt	0.666836	0.635216
~RedInt	0.468739	0.429684
Cap	0.757560	0.719309
~Cap	0.412164	0.379003

Note: el símbolo ~ denota la ausencia de la condición.

Fuente: elaboración propia

4.3. ANÁLISIS DE CONDICIONES SUFICIENTES

El análisis de la tabla de verdad de condiciones suficientes se realiza en tres pasos: construcción, reducción y análisis (Ragin, 2008). El primer paso es construir una tabla de verdad con 2^k filas, donde k es el número de condiciones causales. Cada fila representa una combinación de condiciones causales en asociación con el resultado de interés, y la tabla completa informa todas las combinaciones o configuraciones posibles conjuntos de casos (Ragin, 2008; Fiss, 2011).

El segundo paso de la fsQCA es reducir la tabla de verdad para lograr una complejidad limitada siguiendo un procedimiento neutral y sistemático (Ragin, 2000, 2008). La coherencia y la cobertura son dos métricas para medir la fuerza y la importancia de la relación entre las condiciones y el resultado (Ragin, 2008). Este estudio considera los valores con el umbral recomendado ($> 0,75$). La consistencia muestra el grado en que se ha aproximado una relación y la cobertura evalúa la relevancia empírica de un subconjunto consistente (Ragin, Charles, & Davey, 2016). La consistencia general es similar a la correlación que muestra

qué tan fuerte es la solución, y la cobertura general de la solución indica hasta qué punto se puede determinar una alta satisfacción a partir de las configuraciones existentes. La cobertura general de la solución de 0,75 muestra que una gran parte del resultado se explica por las ocho soluciones.

TABLA 4. Caminos configuracionales que conducen a la transferencia de tecnología

Condiciones causales	Conf. 1	Conf. 2	Conf. 3	Conf. 4	Conf. 5	Conf. 6
ForEmpr		⊗				●
Incub		●		●		●
Poyect				●		●
ParqCT		⊗	⊗		●	●
IntAcad	●		●			
RedInt			●	●	●	
Cap	●				●	●
Cobertura bruta	0.51	0.26	0.26	0.33	0.38	0.20
Cobertura única	0.08	0.03	0.02	0.04	0.05	0
Consistencia	0.83	0.74	0.79	0.86	0.90	0.87
Cobertura general de la solución	0.75					
Consistencia general de la solución	0.76					

* El círculo negro (●), la ausencia/negación con un círculo tachado (⊗) y la condición “no me importa” con un espacio en blanco (Fiss,2011).

Fuente: elaboración propia

Los hallazgos presentados en la Tabla 4 muestran que la solución general había un nivel de consistencia de 0,76, lo que significa que el grado en que las configuraciones garantizaban los resultados adecuados era alto. Además, nuestros hallazgos confirmaron que la solución general tenía una alta cobertura (es decir, cobertura de 0,75). Esto significa que casi el 75% de universidades con un alto nivel de transferencia de tecnología mostraron estas siete combinaciones de condiciones causales.

Las siete configuraciones también demostraron un alto grado de consistencia. El análisis de las condiciones que favorecen el desarrollo de

patentes revela varias combinaciones efectivas. La primera combinación muestra la interacción académica junto con el capital presenta una alta consistencia (0.83) y cobertura (0.51), siendo esenciales para el desarrollo de patentes. La combinación dos, indica la ausencia de fomento empresarial compensada por la presencia de incubadoras y la ausencia de parques tecnológicos muestra una menor consistencia (0.74 y cobertura (0.26). La combinación de fuerte interacción académica y redes internacionales, sin la presencia de parques tecnológicos, indica que estas interacciones pueden suplir la falta de infraestructura (consistencia de 0.79, cobertura de 0.26) en la tercera combinación de condiciones. La combinación número 4 muestra que las condiciones incubadoras, proyectos y redes internacionales presentan una alta consistencia (0.86) y cobertura (0.33), destacando su importancia. La presencia de parques tecnológicos, redes internacionales y un alto Capital es altamente efectiva (consistencia de 0.90, cobertura de 0.38) en la quinta combinación. Finalmente, la combinación de todos estos elementos (fomento empresarial, incubadoras, proyectos, parques tecnológicos y Capital) muestra una alta consistencia (0.87) pero una cobertura más baja (0.20), sugiriendo solapamiento con otras soluciones.

5. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio, enfocados en la calibración de datos y el análisis de condiciones necesarias y suficientes para el desarrollo de patentes en el ecosistema de emprendimiento universitario, presentan una perspectiva interesante cuando se contrastan con el marco teórico previamente expuesto.

Los resultados de nuestro estudio coinciden con investigaciones previas que resaltan la importancia de diversos factores en el desarrollo del emprendimiento universitario y la generación de patentes (Aparecido Dias & Silveira Porto, 2018; Aragão et al., 2022). Asimismo, nuestros hallazgos respaldan la idea de que no existe una única ruta hacia el éxito en la generación de patentes, sino múltiples caminos posibles que combinan

diferentes recursos y capacidades (Ragin, 2000). La combinación de incubadoras y redes internacionales emerge como un elemento clave, lo que coincide con la literatura que destaca la importancia de la colaboración global en el desarrollo de la innovación (Bong et al., 2022).

La literatura existente destaca la importancia del entorno ambiental, incluyendo factores económicos, políticos y legales en el desarrollo del emprendimiento universitario. Los resultados del análisis de condiciones necesarias y suficientes indican que ninguna condición aislada es suficiente para explicar completamente la innovación medida a través de la variable resultado patentes. Esto sugiere que la interacción entre múltiples factores es crucial. Por ejemplo, aunque el Capital (Cap) muestra una alta consistencia y cobertura (0.75 y 0.71 respectivamente), su ausencia también se presenta con una consistencia significativa (0.41), lo que sugiere que otros elementos del entorno pueden compensar la falta de recursos financieros directos. Por ejemplo, mientras que el capital se identifica como un factor crítico, este estudio revela que su ausencia puede ser compensada por otros elementos del entorno, como la infraestructura física avanzada y la interacción académica (Ferreira & Carayannis, 2019).

En cuanto al entorno físico, los estudios previos reportan la importancia de la infraestructura física y los recursos materiales disponibles, como laboratorios y parques científicos y tecnológicos (Bong et al., 2022). Los resultados muestran que la presencia de parques tecnológicos (ParqCT) y la interacción académica (IntAcad) son factores críticos en la configuración de condiciones que conducen a la transferencia tecnológica. La combinación de parques tecnológicos, redes internacionales y un alto Capital resultó en una alta consistencia (0.90) y cobertura (0.38), destacando la relevancia de la infraestructura física avanzada y el acceso a recursos materiales.

El entorno cultural, que incluye normas, valores y actitudes favorables al emprendimiento, también juega un papel fundamental en el ecosistema de emprendimiento regional. La promoción de una cultura emprendedora dentro de las universidades y la comunidad circundante es

esencial para el éxito de nuevas empresas (Guerrero et al., 2014). Los resultados del estudio muestran que la interacción académica (IntAcad) y las redes internacionales (RedInt) son componentes clave en las configuraciones efectivas para la transferencia tecnológica. La combinación de interacción académica y redes internacionales sin la presencia de parques tecnológicos obtuvo una consistencia de 0.79 y una cobertura de 0.26, lo que sugiere que un entorno cultural robusto puede compensar la falta de infraestructura física en ciertos contextos.

Los estudios previos enfatizan la importancia de la interacción entre los entornos ambiental, físico y cultural para la cohesión del ecosistema de emprendimiento universitario. Los resultados del análisis de configuraciones suficientes respaldan esta idea, mostrando que múltiples combinaciones de condiciones son necesarias para lograr altos niveles de transferencia tecnológica. La combinación de incubadoras, proyectos y redes internacionales, por ejemplo, mostró una alta consistencia (0.86) y cobertura (0.33), subrayando la necesidad de un enfoque integrado que considere diversos factores interrelacionados.

6. CONCLUSIONES

El objetivo de este estudio fue proporcionar nuevos conocimientos sobre la relación entre el ecosistema de emprendimiento universitario y la innovación regional, específicamente analizando las universidades brasileñas. Con base en la teoría fundamentada, se seleccionaron siete condiciones antecedentes del ecosistema de emprendimiento relacionadas con el entorno ambiental, el entorno físico y el entorno cultural (Ferreira & Carayannis, 2019) para un resultado en número de patentes.

Dado que investigaciones anteriores en esta área se han centrado principalmente en los efectos netos de las interacciones entre empresas y socios en lo que respecta al desempeño de la innovación a través de métodos estadísticos (Ragin, 2000), elegimos fsQCA como una metodología novedosa. Además, las investigaciones empíricas anteriores se han concentrado fundamentalmente en el estudio del ecosistema de

emprendimiento regional, sin analizar el papel impulsor de la universidad dentro del ecosistema (Siqueira et al., 2014). En el contexto de Brasil, el foco principal ha estado en la región de São Paulo, caracterizada por ser uno de los primeros ecosistemas de emprendimiento e innovación en Latinoamérica (Siqueira et al., 2023). En este estudio se ha superado esa limitación incluyendo una amplia variedad de casos de estudio que abarcan los 27 estados de Brasil.

Los resultados de este estudio corroboran y amplían el marco teórico, demostrando que el desarrollo de patentes en el ecosistema de emprendimiento universitario depende de una interacción compleja de factores ambientales, físicos y culturales. El análisis fsQCA revela que no hay una única ruta hacia el éxito en la generación de patentes, sino múltiples caminos posibles que combinan diferentes recursos y capacidades. En particular, la combinación de incubadoras y redes internacionales destaca como crucial, mientras que la ausencia de parques de ciencia y tecnología puede ser compensada por fuertes interacciones académicas e internacionales. En resumen, la interacción académica, las incubadoras y parques tecnológicos, y un capital adecuado son elementos interdependientes clave para fomentar la innovación y el desarrollo de patentes en las universidades. Estos hallazgos destacan la importancia de una perspectiva holística y adaptable, especialmente en contextos de economías emergentes como Brasil, donde las universidades juegan un papel crucial en la innovación y el desarrollo regional. Esto enfatiza la importancia de un enfoque multifacético en el desarrollo de políticas y estrategias para fomentar la innovación y el emprendimiento en el entorno universitario.

8. REFERENCIAS

Aparecido Dias, A. & Silveira Porto, G. (2018). Technology transfer management in the context of a developing country: evidence from Brazilian universities, *Knowledge Management Research & Practice*, 16(4), 525-536. DOI: 10.1080/14778238.2018.1514288.

- Aragão, E. M., Jesus, V., & Santos, M. J. C. (2022). Innovation and entrepreneurship in the academic environment: a study on entrepreneurial universities and the results of management reports. *Research, Society and Development*, 11(15), e188111437024. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i15.37024>
- Bong, K. H., Kwon, J., Park, J. (2022) University technology transfer and entrepreneurship as drivers of regional development: evidence from Korea, *Asian Journal of Technology Innovation*, 30(2), 428-446.
- Content, J., Bosma, N., Jordaan, J., & Sanders, M. (2020). Entrepreneurial ecosystems, entrepreneurial activity and economic growth: new evidence from European regions. *Regional Studies*, 54(8), 1007-1019.
- Content, J., Bosma, N., Jordaan, J., & Sanders, M., (2020) Entrepreneurial ecosystems, entrepreneurial activity and economic growth: new evidence from *European regions*, *Regional Studies*, 54(8), 1007-1019, DOI: 10.1080/00343404.2019.1680827.
- Corrêa, J. D. S., & Teixeira, C. S. (2022). Análise da Universidade Federal de Santa Catarina à luz do Ranking das Universidades Empreendedoras. Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação (ciKi). DOI: 10.48090/ciki.v1i1.1113
- Etzkowitz, H. (1997): “The Triple Helix: academy-industry-government relations and the growth of neo-corporatist industrial policy in the U.S.”, en S. Campodall’Orto (ed.), *Managing Technological Knowledge Transfer*, EC Social Sciences COST
- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation in Action*. Routledge.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000): The dynamics of innovation: from National Systems and ‘Mode 2’ to a Triple Helix of university-industry-government relations, *Research Policy*, 29(2), pp. 109-123.
- Ferreira, J., & Carayannis, E. G. (2019). University-industry knowledge transfer - unpacking the “black box”: an introduction. *Knowledge Management Research & Practice*, 17(4), 353–357. doi:10.1080/14778238.2019.1666514.
- Fiss, P. C. (2011). Building better causal theories: A fuzzy set approach to typologies in organization research. *Academy of Management Journal*, 54(2), 393-420.

- García-Hurtado, D., Devece, C. & Hoffmann, V.E. (2022b). University-industry collaboration and absorption capacity in knowledge creation in Latin America, *International Journal of Services Operations and Informatics*, 12(1), 58-69. doi.org/10.1504/IJSOI.2022.123565
- García-Hurtado, D., Devece, C., Zegarra-Saldaña, P. E., & Hoffmann, V. E. (2024). Ambidexterity in entrepreneurial universities and performance measurement systems: A literature review. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 20(3), 345–366. https://doi.org/10.1007/s11365-022-00795-5
- Guerrero, M., Urbano, D., Cunningham, J., & Organ, D. (2014). Entrepreneurial universities: exploring the determinants of university entrepreneurial orientation. *European Management Journal*, 32(4), 580-594.
- Hamidi, S., Zandiatashbar, A. & Bonakdar, A. (2019) The relationship between regional compactness and regional innovation capacity (RIC): Empirical evidence from a national study. *Technological Forecasting and Social Change*, 142, 394-402. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.026
- Huynh Evertsen, P., Rasmussen, E. & Nenadic, O. (2022). Commercializing circular economy innovations: A taxonomy of academic spin-offs. *Technological Forecasting and Social Change*, 185, 0040-1625. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122102
- Kang Ho Bong, Jihun Kwon & Jaemin Park (2022) University technology transfer and entrepreneurship as drivers of regional development: evidence from Korea, *Asian Journal of Technology Innovation*, 30(2), 428-446, DOI: 10.1080/19761597.2021.1891443
- Malecki, E. J. (2010). Global knowledge and creativity: New challenges for firms and regions. *Regional Studies*, 44(8), 1033-1052.
- Mendonça Silva, P., Ferreira Moutinho, V. & Carrizo Moreira, A. (2022) Do social and economic factors affect the technical efficiency in entrepreneurship activities? Evidence from European countries using a two-stage DEA model, *Socio Economic Planning Sciences*, 82(B), 101314, https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101314.
- Morovati Sharifabadi, A., Mofateh Zadeh, E. The evolution of university entrepreneurship over the past 20 years: a bibliometric analysis. *Entrep Educ* 3, 457–488 (2020). https://doi.org/10.1007/s41959-020-00041-5

- Pappas, I. O., & Woodside, A. G. (2021). Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): Guidelines for research practice in Information Systems and marketing. *International Journal of Information Management*, 58, 102310.
- Pappas, I. O., Mikalef, P., Giannakos, M. N., & Pavlou, P. A. (2017). Investigating the combination of fuzzy set qualitative comparative analysis with structural equation modeling and neural network analysis in IS research: A complexity theoretic approach. *Information & Management*, 54(6), 679-699.
- Parmentola, A., Ferretti, M. & Panetti, E. (2021) Exploring the university-industry cooperation in a low innovative region. What differences between low tech and high tech industries? *Int Entrep Manag J* 17, 1469–1496.
<https://doi.org/10.1007/s11365-020-00671-0>
- Prokop, D. (2021). University entrepreneurial ecosystems and spinoff companies: Configurations, developments and outcomes, *Technovation*, 107, 102286. doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102286
- Qureshi, S., Park, S., Crespi, G. A., & Benavente, J. M. (2021). Innovation and entrepreneurship ecosystems in emerging economies. *Journal of Business Research*, 123, 283-290.
- Ragin, C. C. (2000). *Fuzzy set social scienc.* Chicago: University of Chicago Press.
- Ragin, C. C. (2008). *Measurement versus calibration: A set-theoretic approach.* J. M.
- Ragin, C. C. (2008). *Redesigning social inquiry: fuzzy sets and beyon.* Chicago: University of Chicago Press.
- Ragin, C. C., Charles, C., & Davey, S. (2016). *Fuzzy-Set/Qualitative Comparative Analysis 3.0.* Irvive, California: Departament of Sociology, University of California.
- Rasmussen, E., Mosey, S., & Wright, M. (2014). The influence of university departments on the evolution of entrepreneurial competencies in spin-off ventures. *Research Policy*, 43(1), 92-106.
- Rihoux, B., & Ragin, C. C. (Eds.). (2009). *Configurational comparative methods: Qualitative comparative analysis (QCA) and related techniques.* Sage.

- Salgado, E. G., Silva, C. E. S., Costa, L. F., & Cunha, A. B. N. (2022). Ranking das Universidades Empreendedoras e o Desempenho das Universidades Federais. En Proceedings of the Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Título del artículo, Páginas. DOI: 10.14488/enegep2022_ti_pes_398_1954_45269
- Schneider, C. Q., & Wagemann, C. (2010). Standards of good practice in qualitative comparative analysis (QCA) and fuzzy-sets. *Comparative Sociology*, 9(3), 397-418.
- Siqueira, A. C. O., Gonzales-Perez, M. A., & Honig, B. (2014). Entrepreneurship and innovation: How events trigger entrepreneurial responses to crisis situations. In *Advances in entrepreneurship, firm emergence and growth* (pp. 95-128). Emerald Group Publishing Limited.
- Siqueira, A.C., Mariano, S. R. H. & Moraes, J. (2014) Supporting Innovation Ecosystems with Microfinance: Evidence from Brazil and Implications for Social Entrepreneurship, *Journal of Social Entrepreneurship*, 5(3), 318-338, DOI: 10.1080/19420676.2014.927388
- Siqueira, E. H.S. Brandão Fischer, B., Bin, A., & Kickul, J. (2023) Entrepreneurial ecosystems' readiness towards knowledge-intensive sustainable entrepreneurship: Evidence from Brazil. *Technovation*, 126, 102820, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102820>.
- Isenberg, D. (2010). How to start an entrepreneurial revolution. *Harvard Business Review*, 88(6), 40-50.
- Rihoux, B., Ragin, C.C. (Eds.), 2009. *Configurational Comparative Methods: Qualitative Comparative Analysis (QCA) and Related Techniques*. Sage, Thousand Oaks, CA.
- Ranking de Universidades Empreendedoras (2021) de Brasil (<https://universidadesempreendedoras.org/ranking/>).
- WIPO. (2022). *World Intellectual Property Indicators 2022*. Recuperado de [URL]
- QS Quacquarelli Symonds. (2022). *QS World University Rankings*. Recuperado de [URL]

INNOVACIÓN EN LA ECONOMÍA DE COLORES: CASOS Y EXPERIENCIAS DE MUJERES EN BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

DIANA E. WOOLFOLK-RUIZ

Instituto INNSIGNIA, CETYS Universidad, México

ALICIA LEÓN-POZO

Instituto INNSIGNIA, CETYS Universidad, México

INGRID KURI-ALONSO

Instituto INNSIGNIA, CETYS Universidad, México

SYLVIA PÉREZ-NÚÑEZ

Instituto INNSIGNIA, CETYS Universidad, México

1. INTRODUCCIÓN

La economía global y la sociedad contemporánea han experimentado transformaciones significativas desde la primera revolución industrial hasta la actualidad. Estos cambios han generado tanto impactos positivos como desafíos que hoy se perciben como riesgos globales (Ominami, et al., 1990). En respuesta a estos desafíos, se han gestado modelos de desarrollo alternativos que buscan abordar las deficiencias de los modelos económicos predominantes.

Conceptos como economía solidaria, economía circular, innovación y emprendimiento social han surgido como vehículos para mitigar las consecuencias negativas de los modelos económicos tradicionales (Campos y Abellán, 2022). Dentro de este contexto, la participación de las mujeres ha adquirido un protagonismo cada vez mayor debido a su papel multiplicador dentro de la economía y su capacidad para generar impacto en la sociedad (Andrades, Palacios y Blanco-Ariza, 2019). Las mujeres,

históricamente marginadas en muchos ámbitos económicos, están emergiendo como agentes clave de cambio y progreso en diversos sectores.

Por otro lado, los organismos internacionales han desarrollado enfoques para caracterizar el comportamiento de sectores específicos que se consideran estratégicos debido a su impacto creciente en la sociedad (OCDE et al., 2022; Dohnert, 2021). Este enfoque se ha materializado en una clasificación por colores que distingue distintas economías sectoriales.

En las últimas dos décadas, ha crecido el interés en conectar el género con la economía, explorando diversas perspectivas sobre el papel de la mujer en ella y comprendiendo cómo las políticas macroeconómicas impactan a hombres y mujeres de manera diferenciada. El estudio del género se ha convertido en un nuevo campo de conocimiento cuyo objetivo principal es desarrollar una base teórica sobre las mujeres, considerando su posición en la sociedad desde su propia perspectiva y de acuerdo a sus intereses individuales (Aguilar et al., 2013).

1.2. PROBLEMA

A pesar de la relevancia de estas economías de colores en el panorama económico actual, y reconociendo el papel fundamental de las mujeres en el desarrollo económico y social, se observa una falta de identificación en procesos de innovación de características transversales a sectores estratégicos. Además de una ausencia de conceptualización de elementos clave en sectores estratégicos vinculados a las economías de colores, así como un desconocimiento de la participación de la mujer en estos contextos.

1.3. OBJETIVO

Esta investigación se propone analizar de manera sistemática el comportamiento de la innovación en sectores estratégicos, con un enfoque especial en la influencia y contribución de las mujeres.

El objetivo general es analizar el comportamiento innovador en industrias creativas, abordando la perspectiva de género como un componente

integral de análisis. Al describir los procesos de innovación asociados con estas economías, caracterizando la participación de las mujeres en dichos procesos y analizando su incidencia en sectores clave para el desarrollo de la sociedad contemporánea.

Asimismo se abordan los siguientes objetivos específicos en relación a las economías azul, naranja, amarilla y púrpura:

- Caracterizar la influencia y contribución de mujeres en procesos innovadores.
- Analizar de manera sistemática el comportamiento de la innovación en sectores estratégicos (colores), con énfasis en la influencia y contribución de mujeres.
- Abordar la perspectiva de género como un componente integral de análisis.
- Describir los procesos de innovación asociados con estas economías.
- Caracterizar la participación de las mujeres en procesos de innovación.

A partir de esta investigación se logra establecer el concepto de economía de colores como un marco de análisis de sectores estratégicos para el desarrollo de las regiones alrededor del mundo, así como teorizar sobre el papel de las mujeres dentro de dichos sectores, y sobre sus dinámicas de innovación. A su vez, se identifican oportunidades de mejora, al visibilizar las desigualdades persistentes en estos sectores, lo cual servirá de base para proponer estrategias y mejores prácticas rumbo a la construcción contextos de innovación más equitativos y sustentables.

Así, el capítulo se estructura en cinco apartados, en el primero de ellos se hace una revisión de la literatura, abordando temas como la importancia de la innovación en sectores estratégicos, la economía de colores, la influencia de las mujeres en la innovación y las barreras para la innovación femenina. En un segundo apartado se describe brevemente el

método seguido para realizar la investigación. En el tercer apartado se discuten los resultados, y finalmente se concluye el capítulo destacando algunos de sus principales hallazgos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El concepto de innovación ha evolucionado y se ha consolidado a lo largo del tiempo, siendo reconocido como un catalizador de cambios significativos en la sociedad y la economía (Zhu et al., 2022).

Desde sus inicios, la innovación se manifiesta cuando se produce la llegada de un nuevo producto o una modificación en su calidad, la implementación de un método de producción novedoso, la apertura de un mercado inexplorado, el descubrimiento de una fuente de materias primas hasta entonces no utilizada, o la creación de una nueva estructura organizativa en cualquier sector industrial (Schumpeter, 1934). Esta definición ha influido notablemente en la investigación en innovación, como se refleja en el Manual de Oslo y la Encuesta de Innovación Comunitaria (OCDE/Eurostat, 2018).

A pesar de la estrecha relación entre emprendimiento e innovación, la investigación sobre género en estas áreas ha seguido caminos divergentes. Aunque la literatura sobre innovación tiende a enfocarse en procesos y sistemas (Velazco, et al, 2007), la inclusión del género es crucial para comprender cómo se produce y reproduce la innovación en diferentes contextos sociales y organizacionales (Agnete et al, 2013).

La innovación juega un papel fundamental en el desarrollo económico y social de las naciones, su estudio en sectores estratégicos permite comprender cómo se generan cambios significativos que impactan en la sociedad contemporánea, con especial atención a la influencia y contribución de las mujeres, en lo que se ha denominado la "economía de colores".

El concepto de "colores en el sistema económico" se refiere a una forma de categorizar y analizar las diferentes actividades económicas según sus características y efectos en la sociedad y el medio ambiente.

2.1. LA IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN EN SECTORES ESTRATÉGICOS

Los sectores estratégicos son aquellos que tienen un impacto significativo en el desarrollo económico y social de una nación. Tradicionalmente, estos sectores han incluido la industria manufacturera, la agricultura, la energía, entre otros. Sin embargo, en la actualidad, con la emergencia de nuevas áreas como la tecnología, la creatividad y la sostenibilidad, la definición de sectores estratégicos ha evolucionado. Estos sectores no sólo impulsan el crecimiento económico, sino que también tienen el potencial de generar empleo, promover la innovación y mejorar la calidad de vida de las personas (Sánchez, Diéz, Gago y Arellano-Espinar, 2019)

La innovación es un elemento clave en estos sectores, ya que permite la creación y adopción de nuevas tecnologías, procesos y productos que impulsan la competitividad y la productividad. Por lo tanto, comprender cómo se comporta la innovación en estos sectores es crucial para diseñar políticas y estrategias que fomenten un crecimiento económico sostenible y equitativo.

2.2. LA ECONOMÍA DE COLORES: UN MARCO PARA ANALIZAR SECTORES ESTRATÉGICOS

La "economía de colores" es un concepto que ha surgido para describir la diversidad de sectores económicos que existen en la actualidad. Cada color representa un conjunto específico de industrias o actividades económicas que comparten características comunes y pretenden identificarse con las actividades propias de las personas que coadyuvan a la utilización de recursos escasos para satisfacer necesidades ilimitadas (Díaz, 2024).

Estos diferentes colores de la economía representan oportunidades únicas para la innovación y el desarrollo económico. De acuerdo con Zanello-Martínez et al., (2020), la economía azul se enfoca en la promoción de un modelo económico más sostenible, inspirado en los principios de la naturaleza, que se basa en la utilización de residuos o desechos como

recursos reutilizables en la producción de bienes accesibles para todas las clases sociales.

Siguiendo el trabajo de Rojas-Díaz y Gil-Marín (2022), el término "economía azul" ha surgido en los últimos años como una alternativa al modelo económico de explotación de los recursos naturales, con el objetivo de promover la sostenibilidad a largo plazo. Este enfoque se ha desarrollado principalmente en el sector marítimo, donde se ha puesto énfasis en impulsar actividades como el turismo alternativo y la acuicultura en las zonas costeras.

Dentro del espectro de colores se encuentra la economía púrpura. Al respecto Llantada (2021) explica que la economía púrpura se define como un enfoque económico que se centra en la formulación y promoción de políticas públicas que priorizan la cultura y la identidad territorial como elementos fundamentales para el desarrollo. Su propósito radica en integrar la cultura en la producción de bienes y servicios como una estrategia integral para fomentar un crecimiento económico sostenible. La economía púrpura busca fortalecer la conexión entre la industria cultural y la economía, promoviendo la cultura como un elemento identitario distintivo y un motor de crecimiento económico.

Por otro lado, la economía naranja responde a las exigencias de mercados cada día más competitivos e innovadores. De acuerdo con Peña y Forero, la "economía naranja adquiere importancia para los Estados, organizaciones internacionales, ONG y demás actores por su valor cultural y propiedad intelectual que expresan la riqueza de una nación determinada" (2028, p. 10). En este sentido, se puede entender que la economía naranja como aquella que engloba una amplia gama de actividades relacionadas con la creatividad y el talento humano, donde las ideas pueden ser convertidas en bienes o servicios protegidos por leyes de derechos de autor o propiedad intelectual.

Finalmente, la economía amarilla se centra en la integración de la producción derivada de la convergencia entre el conocimiento científico y la tecnología. Al respecto, Jiménez (2020) señala que el principal

objetivo de la economía amarilla es la modernización de los procesos productivos, con la premisa de no afectar el bienestar de la población local. Reconoce que el progreso económico se fundamenta en el avance tecnológico, pero subraya la importancia de implementar políticas que regulen el crecimiento económico y social, en consonancia con las condiciones laborales existentes y la preservación del medio ambiente.

2.4. BARRERAS PARA LA INNOVACIÓN FEMENINA

La participación de las mujeres en la innovación es un tema crucial en la actualidad, dada su contribución potencial al crecimiento económico y al desarrollo social. Sin embargo, la heterogeneidad estructural se consolida y tiene un impacto en la distribución de trabajos donde las mujeres están sobrerrepresentadas en sectores económicos menos avanzados, caracterizados por una mayor inestabilidad laboral y una menor exposición a las tecnologías y al progreso innovador (CEPAL, 2019). A su vez, históricamente, las mujeres han estado subrepresentadas en campos relacionados con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), así como en roles de liderazgo empresarial (Jordán, et al, 2016; Agnete et al, 2013; Ortiz, et al, 2008). Esta brecha de género en la innovación se ha atribuido a diversos factores, como estereotipos de género arraigados, que perpetúan la idea de que ciertos campos son más adecuados para hombres que para mujeres, falta de acceso a recursos y oportunidades, incluyendo financiamiento, capacitación y redes profesionales, y barreras institucionales y culturales, como sesgos en la contratación y promoción y normas sociales que desalientan a las mujeres de participar en áreas consideradas "masculinas" (CEPAL, 2019; Jordán, et al, 2016).

Chant y Sweetman (2012) han demostrado a través de su investigación que el género es un factor crucial que influye en la participación y los resultados económicos en una amplia gama de sectores. Sin embargo, las mujeres emprendedoras se enfrentan a diversos obstáculos que dificultan su participación plena y equitativa en la economía y el ámbito empresarial.

De acuerdo con la Heller (2010), uno de los desafíos más significativos es la falta de acceso a financiamiento para iniciar o expandir sus negocios. Además, se enfrentan a barreras culturales y sociales arraigadas que limitan sus oportunidades en el mundo empresarial. La presencia de una doble jornada laboral, también supone un desafío, ya que dificulta que las mujeres emprendedoras dediquen tiempo suficiente al crecimiento de sus negocios. Asimismo, la falta de redes de apoyo y de mentoría específica para mujeres emprendedoras puede obstaculizar su desarrollo y crecimiento empresarial. Por último, la falta de acceso a programas de capacitación y formación empresarial diseñados específicamente para mujeres limita aún más su capacidad para desarrollar habilidades y competencias empresariales necesarias para tener éxito en el mercado.

A pesar de estos desafíos, las mujeres están emergiendo como agentes clave de innovación en diversos sectores (CEPAL, 2019), y su participación activa en la economía de colores puede ser especialmente significativa. La integración de la perspectiva de género en la innovación implica reconocer y abordar las desigualdades de género en el acceso a recursos, oportunidades y reconocimiento, así como promover políticas y prácticas que fomenten la inclusión y la diversidad en los procesos de innovación.

2.5. LA INFLUENCIA Y CONTRIBUCIÓN DE LAS MUJERES EN LA INNOVACIÓN

Es perceptible que a nivel global existe un impulso hacia una economía que se base más en la innovación y el conocimiento, con el objetivo de abordar los desafíos de la competitividad, así como los de la equidad y la sostenibilidad ambiental (Sánchez, Díez, Gago y Arellano-Espinar, 2019). Sin embargo, a pesar de los avances en materia de igualdad de género, las mujeres siguen estando subrepresentadas en muchos sectores económicos y tecnológicos (Barrantes y Matos, 2019).

Según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2021), más del 36% de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en México son dirigidas por mujeres. Este porcentaje ha experimentado un

aumento notable en los últimos años, dado que en 2012 las mujeres representaban únicamente el 16% del sector empresarial, lo que refleja su creciente importancia en la economía. Por otro lado, siguiendo a Dowie (2021), las pymes lideradas por mujeres dedican una proporción significativamente mayor de sus recursos, superando el 70%, a la comunidad y la familia, en comparación con el 30-40% destinado por los hombres.

La presencia de mujeres en la innovación puede tener un impacto positivo en la diversidad de ideas y enfoques, lo que a su vez puede llevar a una mayor creatividad y éxito en la implementación de soluciones innovadoras.

Ordoñez-Abril et al (2021) señalan que la mujer emprendedora muestra habilidades que impactan en su empresa, como la experiencia laboral, el interés por las actividades y una menor aversión al fracaso. Por lo tanto, las mujeres innovadoras han contribuido significativamente al impacto económico global, mejorando las condiciones sociales en sus comunidades y promoviendo el progreso para sí mismas, sus familias y sus organizaciones. A pesar de enfrentar desafíos relacionados con la desigualdad y la discriminación, muchas mujeres han decidido asumir roles de empoderamiento y responsabilidad en sus vidas y entornos.

2.6. SITUACIÓN EN BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Las economías seleccionadas responden a las necesidades de la región para detonar el desarrollo regional. En el caso de Baja California, la Economía Azul tiene una especial relevancia, dado el alto nivel de actividades vinculadas al sector marítimo. Sector donde se ha puesto énfasis en impulsar actividades como el turismo alternativo y la acuicultura en las zonas costeras. Además, se ha promovido el desarrollo de actividades culturales, recreativas y gastronómicas como parte de estrategias para fortalecer la economía local.

Respecto a la economía púrpura, existen importantes zonas rurales donde ha incrementado el número de emprendimientos entre mujeres nativas, como es el caso de la comunidad Kumiai y Pai Pai.

Con respecto a la Economía Naranja, en Baja California, UNESCO ha reconocido a dos ciudades, Ensenada es considerada ciudad creativa por su gastronomía, de la misma manera Mexicali por su música, mientras que Tijuana registra una alta actividad artística y cultural, motivo por el cual ha sido designada como Capital Mundial del Diseño.

Finalmente a nivel regional, la economía amarilla destaca en Ensenada al registrar una alta actividad científico - tecnológica, vinculada a la presencia de importantes centros de investigación y universidades de prestigio. De acuerdo con la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT), Baja California se posiciona entre los primeros 5 estados en México, con el mayor número de científicos por habitante.

3. METODOLOGÍA

A través de un estudio exploratorio de corte cualitativo, se examinarán las experiencias de mujeres que participan en las Economías Azul, Morada, Naranja y Amarilla.

Por medio de un estudio de corte cualitativo y alcance exploratorio, con el cual se buscó analizar las experiencias de 10 mujeres que participan en cuatro economías: Azul, Púrpura, Naranja y Amarilla. Buscando describir los procesos de innovación asociados con estas economías, así como caracterizar la participación de las mujeres en dichos procesos de innovación, y su incidencia en estos sectores que resultan estratégicos para el desarrollo de la sociedad contemporánea.

Se realizaron 10 entrevistas semiestructuradas como técnica de recolección de información.

Las entrevistas consideraron las siguientes categorías: roles y participación de género en procesos innovadores (analizando la distribución de roles y el grado de participación); factores que influyen en la contribución innovadora de las mujeres (factores internos y externos); la cultura organización y la inclusión de género (valore, normas, prácticas, clima

de innovación); y las políticas y prácticas de género en innovación (en la organización y en el sector.

Las entrevistadas tienen un rol de liderazgo en los sectores donde participan, para la economía amarilla, se entrevistaron académicas de la región con estudios de posgrado y participantes activas en la docencia, desempeñando roles administrativos. En el caso de la economía azul, la entrevista tiene más de 20 años de experiencia en el sector. Las entrevistadas que se desempeñan en la economía naranja, tienen un perfil variado, participando en el sector entre 1- y 20 años, vinculando su trabajo creativo con la docencia. Una de ellas es parte del sistema nacional de creadores, han participado en concursos nacionales de arte, así como en proyectos de emprendimiento. En lo que respecta a la economía púrpura, las mujeres entrevistadas están entre 30 y 52 años que participan en organizaciones de comunidades indígenas.

En la sección de análisis y discusión de resultados se han utilizado seudónimos para garantizar el anonimato de las participantes.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la siguiente sección se presentarán y analizarán los resultados obtenidos de la investigación, proporcionando una discusión detallada sobre su relevancia y significado.

4.1. economía Azul

Los principales hallazgos en la Economía Azul, derivan de una entrevista realizada a una mujer activa en la industria con una participación recurrente en la Cámara de la Industria Pesquera. El rol de la mujer en este sector ha evolucionado a través del tiempo. Sin embargo, es bajo el porcentaje de mujeres participando y teniendo una voz activa en el sector. Como señala Abril:

“Es complicado, porque luego me preguntan, que si le voy a hablar a mi jefe, todavía me preguntan ¿en representación de quién voy. En la primera reunión de cámaras que tuve me preguntaron que sí secretaria de quién era. Y yo, no soy secretaria soy gerente de una planta”

Si bien la participación de la mujer se ha incrementado, el aumento se ha dado en ciertas áreas, donde la mujer desarrolla actividades específicas, no en la toma de decisiones. Existen pocas mujeres en puestos directivos, por ello se percibe el sector eminentemente masculino. Un ejemplo de ello lo comenta Abril:

“Sí, es complicado hasta la fecha. A pesar de la apertura de género en muchos muchos sectores, no en la cuestión de pesca, siguen siendo la mayoría hombres, son muy pocas mujeres las que están en la industria. De hecho o sea contadas. Se requiere determinación”.

Son las mismas mujeres en roles de liderazgo dentro de la economía azul quienes han empoderado e impulsado a otras mujeres, fomentando que participen en roles considerados masculinos. Esto deriva en la asignación de roles con base en una mayor capacitación y experiencia, promoviendo entrenamientos entre personas del mismo género. En una de las empresas se ha puesto en marcha un programa de mentorías, para que las participantes desempeñen distintos roles y puedan aspirar a puestos de mayor responsabilidad y autoridad. Al respecto Abril comenta:

“Tiene que ver mucho que se preparen para que puedan tener una apertura. Yo les digo a mi chicas que para crecer, para que la empresa crezca, tienen que crecer con ella, porque muchas veces se quedan estancadas.”

Algunas de las prácticas de género en innovación en la economía azul están relacionadas con la mejora y eficiencia en los procesos, así como con las prácticas de venta. No se identifican como personas innovadoras en función del producto, se enfatiza más el mejorar lo ya existente.

El mayor desafío que presenta esta economía es el incluir mujeres en los procesos de toma de decisiones, así como propiciar la movilidad entre distintos puestos de trabajo existentes en las empresas en función de las capacidades y competencias, sin etiquetar el género con un rol específico.

“El desafío es que las mujeres nos pongamos un poquito al nivel, que nos decidamos en agarrar los puestos fuertes, los puestos directivos que normalmente son de los hombres centrarnos en que también podemos.”

4.2. ECONOMÍA PÚRPURA

Los roles y la dinámica de participación de las mujeres en procesos innovadores en estas comunidades indígenas han sufrido cambios en los últimos años, ya que es evidente su liderazgo en proyectos en donde su participación es predominante o en paridad de género, ejerciendo voz y voto. Sobre ello, Claudia afirma:

“ En otras comunidades no están igual que nosotros, la verdad, porque aquí sí ha habido respeto, pues de hecho somos la primer Comunidad que marcó un comisariado con mujeres.”

Son ellas quienes conceptualizan, diseñan y ejecutan los procesos de innovación que van desde fomentar la participación y visualización de las mujeres, hasta generar inclusión, acuerdos y cambios organizativos, generacionales y de mentalidad. Para estas mujeres la innovación más importante ha sido su propio trabajo de sensibilización sobre el ejercicio de sus derechos, y fomentar la participación de más mujeres. Es importante destacar que en dos de estas organizaciones (Comunidad Pluricultural Cañon Buena Vista y Organización Kumiai “Siñaw Kumatay” han sido las primeras mujeres en ejercer cargos de alto liderazgo. Por ejemplo Norma indica:

“En reconocimiento a mi trabajo, mi trayectoria y también por ser impulsada de estas asambleas de nuestras autoridades tradicionales o comunitarias, me eligieron como la primera mujer Presidenta de la Autoridad Comunitaria Pluricultural Cañon Buenavista, Ensenada. BC.”

La educación formal a nivel profesional, es uno de los factores que influyen en la contribución innovadora de este grupo de mujeres, a sus respectivos proyectos. Además, a lo largo de su experiencia han recibido capacitaciones en temas administrativos, primeros auxilios, derechos de las mujeres, equidad de género y salud reproductiva. Han desarrollado diversas capacidades colaborando activamente en partidos políticos, en esferas de participación comunitaria, gestionan la puesta en marcha de por ejemplo un centro de salud y casa del adulto mayor, acompañan a mujeres en situación de violencia, se apoyan entre sí en el cuidado de las hijas e hijos. Desde esta perspectiva Norma señala:

“En ninguna otra comunidad, hay una esfera de espacios de participación comunitaria como en esta, o sea que aquí sí se han abierto liderazgos femeninos y ahora estos liderazgos muchos de ellos están impulsando a sus hijos y eso creo que es algo beneficioso.”

Las oportunidades de esta participación surgen de la visualización de mujeres de la comunidad que ejercen cargos políticos, se desarrollan en actividades de liderazgo comunitario o se emplean como jornaleras, cocineras, estilistas y otros servicios, o ejercen profesiones como abogadas, médicas, enfermeras, maestras, psicólogas, contadoras, entre otros perfiles. Fomentan la participación activa de su género desde el seno familiar en sus conversaciones durante las reuniones familiares. Se han enfrentado a desafíos como la falta de credibilidad por su género y han enfrentado los liderazgos masculinos que se niegan a dejar de ejercer su protagonismo en la toma de decisiones. Esto se puede observar en el testimonio de Norma:

“En esta transición hemos entrado a una dinámica de mayor participación de las mujeres. Parte de la innovación, no lo novedoso o lo que ha transitado en este proceso de estas 3 décadas en esta Colonia, este yo he identificado que muchas mujeres jóvenes hoy estamos tomando un rol de participación activa en la Comunidad, pero también de liderazgo social, económico, cultural, político y yo creo que eso es algo novedoso.”

La principal característica de la cultura organizacional que este grupo de mujeres promueve desde su actividad de liderazgo es la toma de decisiones incluyente por consenso, en asambleas o sesiones comunitarias en donde se convoca a hombres y mujeres interesados en los diversos temas como: uso de la tecnología, diversificar mercados, mejora en los servicios que ofrecen, de infraestructura como educativa, de acceso a agua potable, pavimentación y acceso a transporte público. Por ejemplo Norma menciona:

“Fueron mujeres, las que empujaron que tengamos un centro de salud. Claro, se reconoce los hombres porque fueron los que impulsaron, pero las mujeres son las que visibilizaron la muerte materna.”

Algunas de las prácticas de género en innovación en las organizaciones perteneciente a la economía púrpura que destacan son incentivar la

participación de las mujeres proporcionando atención y cuidado de hijas e hijos durante el desarrollo de talleres, foros, asambleas y capacitaciones. Es importante destacar que las tres participantes en estas organizaciones indígenas reconocen al Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas (INPI) que diseña, ejecuta y promueve las políticas, programas, proyectos, estrategias y acciones públicas, para garantizar el ejercicio y la implementación de los derechos de los pueblos indígenas y afro mexicano, así como su desarrollo integral y sostenible y el fortalecimiento de sus culturas e identidades. Sobre el particular Claudia señala: “Ahorita se están dando muchas capacitaciones en igualdad y género.”

El INPI y otras dependencias locales les han proporcionado orientación, capacitación y apoyo en las gestiones inherentes a las actividades y proyectos que desarrollan en sus respectivas organizaciones. Como resultado de estas jornadas de capacitación les fue posible identificar su propuesta para innovar en el servicio turístico. Sobre esto, Claudia indica:

“Conseguimos apoyos en dependencias, quién más nos apoyó fu el INPI, Instituto Nacional de Pueblos Indígenas, nos proporcionaron capacitaciones de cómo atender al turismo, cómo atender al cliente, y ahí fue donde nos dimos cuenta, pues que lo de nosotros podía ser lo que es la enseñanza de la cultura, la cultura mundial y que, pues no iba a haber competencia alguna y sí, la verdad que hemos permanecido”

4.3. ECONOMÍA AMARILLA

En lo que respecta a la economía amarilla, para caracterizar la contribución de las mujeres a la innovación en sus respectivas áreas profesionales, se entrevistaron a tres destacadas profesionales académicas: una en el ámbito organizacional, otra en economía y la tercera en ingeniería.

Lo que se puede observar a partir de estas entrevistas es que los roles y participación de las mujeres en procesos innovadores en la academia han sufrido una evolución positiva hacia una mayor inclusión de las mujeres en roles de liderazgo tanto en la educación como en la ciencia. En esta línea de pensamiento, Wendy argumenta:

“Creo que la mujer empieza a tener una participación muy activa en México y principalmente en estas áreas del país yo observo que aquí en el norte de nuestro país la mujer tiene muchísima más participación, en general tienden a ocupar roles más administrativos y de apoyo, pero sin embargo hay roles de investigación dura donde ya vemos mujeres muy brillantes”

Sin embargo, aunque se reconoce este progreso también se señalan desafíos persistentes en términos de apoyo institucional y reconocimiento. De la misma manera se destaca la importancia de reconocer las capacidades independientemente del género, así como la necesidad de una distribución equitativa de actividades dentro de los equipos de trabajo. En general se coincide en los avances significativos en la participación y contribución de las mujeres en la innovación, aunque permanecen algunos desafíos que deben abordarse para lograr una verdadera igualdad de oportunidades y reconocimiento en este ámbito. Igualmente, algunos factores mencionados que influyen en la contribución de las mujeres a la innovación son el equilibrio y diversidad de pensamiento, techo de cristal, y las responsabilidades familiares y sociales. Particularmente sobre el techo de cristal, Wendy afirma:

“Un tema muy importante en México es el techo de cristal que todavía lo tenemos ahí perpetuado, y es que las mujeres tenemos unas barreras culturales transparentes que no vemos pero que están ahí, y que se perpetúan esos estereotipos en donde ciertas disciplinas solamente son de liderazgo masculino”

En cuanto al equilibrio de género y diversidad de pensamiento, se identifica como esencial para generar soluciones innovadoras, así como la necesidad de habilidades blandas y un entorno organizacional inclusivo para fomentar la participación de las mujeres en la innovación. En general se observa que factores como la equidad de género, el apoyo institucional y la superación de barreras culturales son esenciales para promover una participación equitativa y efectiva de las mujeres en procesos innovadores, y Wendy confirma esto:

“Ya existen cuotas, existen ciertos indicadores donde tiene que haber una equidad de género, inclusive cuando nos auditan, cuando llegan los acreditadores revisan el número de profesoras contra el número de profesores,

quiénes están liderando proyectos, si existen programas específicos para la equidad de género, si existen organizaciones que se hayan creado por mujeres y tenemos aquí varios organismos”

Se resalta una tendencia hacia la inclusión de género en la cultura organizacional, especialmente en los ámbitos educativos y de investigación. Institucionalmente se observa un esfuerzo por promover la participación de las mujeres en roles de liderazgo y proyectos innovadores. Aunque se reconocen avances significativos en la representación de las mujeres en los procesos de toma de decisiones, también se concede que persisten desafíos como la resistencia y estereotipos de género arraigados. En conjunto, se refleja un movimiento hacia una mayor inclusión de género, pero también la necesidad continua de abordar obstáculos y promover una cultura organizacional más empática y equitativa para garantizar la participación efectiva de todas las personas, independientemente de su género.

Alejandra: “Hablando en tema organizacional en la industria por ejemplo ya las empresas voltean a ver un poco a lo que es la equidad de género, entonces ya empiezan a ver a programas de cómo hacer que la mujer sea participe en la toma de decisiones, participe en las actividades que no son consideradas para mujeres regularmente”

En cuanto a las políticas y prácticas relacionadas con el género y la innovación, se destacan programas de apoyo a mujeres colaboradoras, políticas como cuotas de género, programas de equidad y eventos de sensibilización, junto con apoyo emocional y profesional. Aunque se promueve el liderazgo e innovación independientemente del género, se reconoce la falta de programas específicos de mentoría para mujeres en roles de liderazgo, así como desafíos en la implementación efectiva de ideas innovadoras. Persisten oportunidades para mejorar el apoyo dirigido a mujeres en roles de liderazgo y la implementación exitosa de ideas innovadoras.

4.4. Economía Naranja

En lo referente a la economía naranja, se entrevistaron a mujeres que participan en industrias denominadas culturales y creativas. De acuerdo con las tres entrevistadas, existe un porcentaje de participación de

mujeres significativo en la industria, misma que en algunos casos refleja una colaboración estrecha con hombres en el despliegue de actividades. Cynthia indica:

“Las mujeres son muy emocionales, muchas de las situaciones es necesario tener un chico en el trabajo para balancear tanta emoción”

Respecto al rol que tienen las instituciones es necesario establecer procedimientos y lineamientos claros para que mejore la relación con los artistas. Es importante identificar y conocer programas de apoyo, así como propiciar el desarrollo de competencias adicionales a su labor, ya que usualmente la capacitación consiste en su mayoría en temas creativos, no de liderazgo.

Cynthia: “Las instituciones se aprovechan de la ignorancia y las experiencias de los artistas. La industria no es transparente entre sí, sin valores de cuidado extremo.”

En la Economía Naranja en particular se observa que es difícil la combinación de compromisos familiares y ambiente laboral, lo que representa una desventaja para las mujeres participantes en esta industria. Pese a lo anterior, es relevante el establecer cuotas de género para una mayor participación de mujeres, se percibe una falta de efectividad en políticas establecidas. El argumento que da María es el siguiente:

“Se lavan las manos al dar una cuota, se ve la necesidad que sigan avanzando y no se estanque uno en que sólo en marzo se enfatiza el rol de las mujeres”

Con base en lo expuesto, se aprecia un notable incremento en la participación de mujeres en diversos sectores industriales. Sin embargo, su rol sigue estando predominantemente ligado a actividades que no necesariamente se considera estratégicas para la industria, lo que resalta la importancia crítica de impulsar y posicionar el papel que deben desempeñar. Aunque se ha promovió la movilidad horizontal para que las mujeres desarrollen diversas competencias, la confianza y el respaldo que reciben de sus pares femeninas son aspectos fundamentales para su desarrollo.

Como se puede observar, la percepción de la innovación varía según el

color de la economía. Mientras que en la economía azul se percibe como un mejoramiento de procesos más que como el desarrollo de nuevos productos, en otras tal es el caso de la púrpura se concibe como el fomento de cambios de mentalidad y una mayor conciencia de los derechos y responsabilidades. En lo que respecta a la cultura organizacional, se pueden observar dos enfoques: uno que promueve la asignación de funciones con base en las capacidades individuales y otro donde la toma de decisiones se realiza por consenso.

Entre los desafíos identificados se encuentran la falta de reconocimiento, la necesidad de establecer políticas y directrices para transparentar la participación de las mujeres, así como las barreras culturales relacionadas con el equilibrio entre la vida profesional y personal.

5. CONCLUSIONES

El análisis del comportamiento de la innovación en sectores estratégicos, con énfasis en la influencia y contribución de las mujeres, tiene importantes implicaciones para el desarrollo económico y social. En primer lugar, al reconocer y valorar la contribución de las mujeres a la innovación, se puede fomentar un entorno más inclusivo y equitativo en estos sectores. Esto puede ayudar a reducir las brechas de género en el empleo y promover una mayor igualdad de oportunidades para las mujeres en el ámbito laboral.

Además, al entender cómo la innovación se desarrolla en diferentes sectores estratégicos, se pueden identificar áreas de oportunidad para promover el crecimiento económico y la creación de empleo.

Es fundamental entender cómo se desarrollan las actividades económicas en la actualidad y cómo se pueden promover políticas y estrategias que fomenten un crecimiento económico inclusivo y sostenible. Al reconocer y valorar la diversidad de perspectivas y experiencias, se puede impulsar la innovación y el desarrollo económico en beneficio de toda la sociedad.

En enfoque en la economía de colores es crucial para comprender, identificar y abordar las desigualdades de género en los distintos ámbitos, para

identificar desafíos específicos, con la intención de ampliar la participación de la mujer y reconocer su rol en todos los sectores. En particular en roles de liderazgo y toma de decisiones, garantizando que sus voces sean escuchadas y valoradas. Este nuevo marco de análisis propicia una mayor conciencia hacia la capacitación que debe brindarse, las oportunidades que deben propiciarse, promoviendo políticas al interior de las organizaciones que faciliten el posicionamiento de la mujer a la vez que faciliten el equilibrio entre el trabajo y la vida persona. Esta investigación permite identificar y abordar desigualdades de género para eventualmente promover y apoyar el liderazgo de las mujeres en todos los ámbitos. Es necesario eliminar barreras a la educación, promoviendo la formación en áreas consideradas no tradicionales para aumentar la participación de las mujeres, así como seguir promoviendo la sororidad en todas las industrias.

6. AGRADECIMIENTOS

Las autoras de este capítulo desean dar un sincero agradecimiento a Nora Alejandra Flores Ruiz, becaria del Instituto INNSIGNIA de CETYS Universidad, por su valioso apoyo en la documentación y síntesis de las entrevistas que hicieron posible el desarrollo de esta investigación. Esperamos que esta participación la motive a continuar por el camino de la ciencia.

7. REFERENCIAS

- Agnete, G., Hytti, U., & Ljunggren, E. (2013). Gender and innovation: state of the art and a research agenda. *International Journal of gender and Entrepreneurship*, 5(3), pp. 236-256. <https://doi.org/10.1108/IJGE-06-2013-0049>
- Aguilar, N., et al. (2013). *Mujeres, su participación económica en la sociedad* (1.^a ed.). Grupo editorial: Editorial Universidad de Guadalajara - Publicado en asociación con: Centro Universitario de los Altos (CUALTOS). <https://editorial.udg.mx/gpd-mujeres-su-participacion-economica-en-la-sociedad.html>

- Andrades, N. L., Palacio, A. K. & Blanco-Ariza, A. B. (2019). Empoderamiento femenino e igualdad de género en las organizaciones. *Liderazgo estratégico*, 9(1), 140-148. Recuperado de:
https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Empoderamiento+femenino+e+igualdad+de+g%C3%A9nero+en+las+organizaciones&author=Andrades+Natalia+Luc%C3%ADa&author=Palacio+Ana+Karina&author=Blanco+Ana+Beatriz&publication_year=2019&journal=Liderazgo+Estrat%C3%A9gico&volume=9&issue=1&pages=140-8
- Barrantes, R., & Matos, P. (2019). Barreras al emprendimiento femenino y efecto de la composición de género laboral: innovación, tecnologías y productividad en mypes para el caso peruano. En Hernández, W. *Género en el Perú: nuevos enfoques, miradas interdisciplinarias*, 221-262.
- Campos, J. y Abellán, O. (2022). Modelos económicos alternativos para promover el desarrollo sostenible. (2024). *Revista Académica SIC*, 1(1), 1-13. Recuperado de: <https://revsicfundepos.org/index.php/revistasic/article/view/1>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2019). La autonomía de las mujeres en escenarios económicos cambiantes (LC/CRM.14/3), Santiago. Recuperado de:
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/00c3cb8c-78a8-4a76-b17f-cb3bff34f70b/content>
- Chant, S., & Sweetman, C. (2012). Fixing women or fixing the world? ‘Smart economics’, efficiency approaches, and gender equality in development. *Gender & Development*, 20(3), 517–529.
<https://doi.org/10.1080/13552074.2012.731812>
- Díaz, A. L. (2024). Innovación social y solidaria en los colores de la Economía del Siglo XXI. *Ciencias Económicas ISSN-2788-6425*, 5(9), 1-5.
- Dohnert, S. (2021, septiembre 07). Tendencias de la economía azul – ¿qué podemos aprender del Caribe? Los puntos sobre la i. Banco Interamericano de Desarrollo, BID. Recuperado de:
<https://blogs.iadb.org/innovacion/es/tendencias-de-la-economia-azul-que-podemos-aprender-del-caribe/>
- Dowie, G. (2021) Transformar las economías a través de empresas dirigidas por mujeres y mujeres trabajadoras. (27 de septiembre). En:
<https://globaldev.blog/es/transformar-las-economias-traves-de-empresas-dirigidas-por-mujeres-y-mujeres-trabajadoras/>

- Heller, L. (2010). Mujeres emprendedoras en América Latina y el Caribe: realidades, obstáculos y desafíos. Serie Mujer y Desarrollo, CEPAL, Santiago de Chile. Recuperado de:
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/2e7fe425-226f-4e4b-8272-4dc2302099b2/content>
- INEGI (2021) Comunicado de prensa núm. 170/21. Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Mujer (8 de marzo). En:
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/mujer2021_Nal.pdf
- Jiménez, A. (2021). Módulo sectores de la economía colombiana (Caso Boyacá). Universidad Santo Tomás.
- Jordán, J., Serrano, B., Pacheco, A. & Brito, L. (2016). Capacidad emprendedora desde la perspectiva de género. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (81), 238-261. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/journal/310/31048807012/html/>
- Llantada, J (2021) ¿Qué es la economía púrpura? (15 de marzo). En:
<https://www.roundcubers.com/que-es-la-economia-purpura/>
- Lykke, N. (2010). *Feminist studies: A guide to intersectional theory, methodology and writing*. New York, NY, Routledge.
- Machuca-Contreras, F., Canova-Barrios, C., & Castro, M. F. (2023). Una aproximación a los conceptos de innovación radical, incremental y disruptiva en las organizaciones. *Región Científica*, 2(1), 202324-202324. doi: 10.58763/rc202324
- OECD/Eurostat (2018), *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation Data*, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxemburg.<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>.
- OECD, CEPAL, CAF, Comisión Europea. (2022). *Perspectivas económicas de América Latina 2022: Hacia una transición verde y justa*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/f2f0c189-es>.
- Ominami, C., Covino, A., Pietrobelli, C., & Salemi, P. (1990). La transformación industrial y tecnológica de los países de la Comunidad Económica Europea y su influencia sobre América Latina. Documento de Trabajo N9. PNUD/CEPAL. Recuperado de:
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ac77f6b5-8750-44b4-9619-f365996d7e5f/content>

- Ordoñez-Abril, Daniel Yiwady, Castillo-López, Ana María, & Rodríguez-Bravo, Ivonne Maritza. (2021). Empoderamiento de la mujer en el emprendimiento y la innovación. *Población y Desarrollo*, 27(52), 69-91. Epub June 00, 2021. <https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2021.027.52.069>
- Ortiz, C., Duque, Y. V., & Camargo, D. (2008). Una revisión a la investigación en emprendimiento femenino. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: investigación y reflexión*, 16(1), 85-104. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfce/v16n1/v16n1a07.pdf>
- Rojas-Díaz, P. J., y Gil-Marín, M. J. (2022). Economía azul para un mundo de negocios sostenibles. Una revisión de literatura científica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 7(14), 69-80. Epub 13 de noviembre de 2022. <https://doi.org/10.35381/r.k.v7i14.1863>
- Sánchez, S., Díez, R., Gago, C., & Arellano-Espinar, A. (2019). Sectores Estratégicos en la Economía del Conocimiento y Desarrollo en la Ciudad de Madrid y su Región. *Revista de Estudios Andaluces*, 38, 144-161.
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Velazco, E., Zamanillo, I., & Gurutze, M. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. En *Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa: XX Congreso anual de AEDEM* (p. 28). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM). Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2499438>
- Zanella-Martínez, L. M., Zambrano-Pilay, E. C. & Chiriboga-Mendoza, F. R. (2020). Economía naranja, azul y circular, un enfoque desde la innovación en Latinoamérica y el mundo: Artículo de revisión bibliográfica [Orange, blue and circular economy, an approach from innovation in Latin America and the world: A literature review article]. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada HAYKA*, 2(3), 16-22. En: <https://sociedes.org/index.php/hayka/article/view/8>
- Zhu, H., Zhang, K., Li, P. Cheny, L. y Zhao, X. (2022). Relationship Management Capability and Service Innovation Performance: The Joint-Effect of Relationship Learning and Competitive Intensity. *Sustainability*, 14(19),12308. <https://doi.org/10.3390/su141912308>

ESG STRATEGIES IN SPANISH MUSEUMS: AN ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOOD GOVERNANCE SUSTAINABILITY

CRISTINA SANTOS-ROJO

Esic Business&Marketing School-Esic University

1. INTRODUCTION

ESG (Environmental, Social, and Governance) strategies have become increasingly important in the corporate world, reflecting a trend towards greater corporate social responsibility and sustainability. These strategies focus on three key areas: environmental, social and governance, seeking not only economic profitability, but also social welfare and environmental protection.

Museums are fundamental institutions in the preservation of cultural heritage and in the education of society. The discourse on Sustainability is now closely associated with Cultural Heritage. Defined by its "living" character, based on deep and intrinsic relationships with the Economy, the Environment and Society, this theme highlights in a particularly explicit way new stakes that go far beyond those classically associated with conservation. In Spain, museums play a crucial role not only in the conservation of history and art, but also as agents of social and environmental change. In recent years, there has been a growing interest in the implementation of ESG strategies in various companies and institutions, and museums are no exception.

This article analyses how museums in Spain are adopting and applying these strategies to promote environmental and social sustainability and good governance.

ESG Strategies: Conceptualisation and Application in Museums

The strategies, Environmental, Social, and Governance, are a set of criteria used to assess the impact of an organisation's operations and decisions in three key areas: environmental, social and governance. These strategies are not only relevant for companies, but also for cultural institutions such as museums, as the founding principles of Sustainability broaden (and disrupt) the field of Heritage, questioning the museum model and committing it to a profound transformation that are adopting these principles to improve their sustainability and social responsibility.

1.1. ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

The environmental dimension of ESG strategies focuses on how companies manage their impact on the environment. This includes reducing carbon emissions, waste management, efficient use of natural resources and implementation of sustainable practices (Eccles & Klimenko, 2019). According to Porter and Kramer (2011), integrating environmental practices into business strategy not only mitigates environmental risks, but can also generate new business opportunities and improve long-term competitiveness. Environmental sustainability refers to the practices and policies that organisations implement to minimise their negative impact on the environment. In the context of museums, this includes energy efficiency, waste management, conservation of natural resources and reduction of carbon emissions.

Elkington (1997) introduced the concept of the "Triple Bottom Line", which includes environmental sustainability as one of the three fundamental pillars. This theory has been widely adopted in various industries, including the cultural sector. Hart (1995) proposed the theory of "Natural Advantage", arguing that businesses can gain competitive advantage through sustainable practices, which is applicable to museums seeking to reduce their environmental footprint and attract environmentally conscious visitors.

1.2. SOCIAL SUSTAINABILITY

The social dimension encompasses the management of relationships with employees, suppliers, customers and the community. It includes aspects such as gender equity, diversity and inclusion, working conditions and the social impact of business operations (Freeman et al., 2007). In addition, attention to these aspects can enhance a company's reputation and foster customer loyalty (Bhattacharya, Sen, & Korschun, 2008). Social sustainability focuses on the positive impact that organisations can have on society. In museums, this can manifest itself through inclusion, accessibility, education, community involvement and the promotion of diversity and equity.

Carroll (1991) developed the pyramid model of corporate social responsibility, which includes ethical and philanthropic responsibility. This perspective can be applied to museums to promote inclusive and educational practices.

Freeman (1984) introduced the stakeholder theory, which stresses the importance of considering the interests of all groups affected by an organization's actions. In the context of museums, this implies involving the local community, visitors and employees in its decisions and programmes.

1.3. GOOD GOVERNANCE

Good governance refers to management practices and structures that ensure transparency, accountability and integrity in an organization's operations. Corporate governance refers to company structure, leadership practices, business ethics and transparency. Good governance is critical to ensure that environmental and social strategies are implemented effectively and that the company operates in an ethical and responsible manner (Gompers, Ishii, & Metrick, 2003). Governance also includes management accountability and the protection of shareholders' rights (Shleifer & Vishny, 1997). For museums, this includes ethical

management, community participation in decision-making and the implementation of clear and effective policies.

Jensen and Meckling (1976) developed agency theory, which addresses governance problems arising from conflicts of interest between managers and owners. In museums, this translates into the need for oversight and control mechanisms to ensure responsible management.

Shleifer and Vishny (1997) explored the importance of corporate governance for the efficiency and long-term value of organisations. Museums can apply these principles to strengthen their organisational structure and improve their sustainability.

2. OBJECTIVES

The aim of this research is twofold: on the one hand, we propose to analyse ESG (Environmental, Social, and Governance) strategies through a literature review. On the other hand, it is proposed to present the needs of museums to achieve these strategies, analysing the different solutions proposed by the different works found in this review.

3. METHODOLOGY

For this study, a Web of Science literature review and case study analysis were conducted. Museums from various regions were selected to gain a broad and representative perspective on practices and challenges in implementing ESG strategies.

3.1. ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN SPANISH MUSEUMS.

Museums, as cultural institutions, have a responsibility to preserve heritage, but they also have a role to play in environmental sustainability. Implementing environmental sustainability strategies in museums not only helps to reduce the environmental impact of these institutions, but also promotes environmental education and awareness among their visitors (Anderson, 2019).

3.1.1. Energy Efficiency Initiatives.

Efficient energy management is essential in museums due to the need to maintain stable climatic conditions for the conservation of collections. Many institutions have adopted energy management systems that include the use of LED lighting technologies, efficient HVAC systems and harnessing renewable energy such as solar (Brown & Hay-Edie, 2014). Implementing environmental sustainability strategies offers numerous benefits to museums. In addition to reducing environmental impact, these practices can result in significant savings in long-term operating costs. Furthermore, by adopting and promoting sustainable practices, museums can strengthen their reputation and attract visitors and patrons interested in sustainability (Anderson, 2019). For example, the Natural History Museum in London has implemented a number of measures to reduce its energy consumption, achieving a significant reduction in its carbon emissions (Museums Association, 2020).

Sustainable design and construction are critical components in museum expansion and renovation projects. LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) certification is a widely recognised standard that many museums seek to achieve. El Museo del Barrio in New York, for example, received LEED Silver certification for its building renovation efforts, which included the use of recycled materials and energy efficient systems (U.S. Green Building Council, 2021).

Many museums in Spain have adopted measures to improve the energy efficiency of their buildings. The Museo del Prado, for example, has implemented an LED lighting system that has significantly reduced its energy consumption (Fundación Iberdrola, 2020). In addition, solar panels have been installed on the roof of the Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, which has led to a considerable decrease in the use of non-renewable energy (Ministerio de Cultura y Deporte, 2021).

For the Museum of Pontevedra, the dispersion and characteristics of its buildings and the diversity of its collections make its unwavering commitment to sustainability a challenge. Through its collections and

attractive programming, the Museum promotes climate and social sustainability among its audiences, as well as becoming, with a positive environmental impact, a powerful asset for local development.

These practices are comparable with initiatives in other countries. For example, the Natural History Museum in London has also implemented LED lighting systems and energy-efficient technologies to reduce its carbon footprint (Smith, 2018).

3.1.2. Waste Management and Recycling

Waste reduction is another key area of environmental sustainability for museums. This includes implementing recycling programmes, reducing the use of single-use plastics and the proper management of hazardous waste. In addition, some museums have adopted sustainable procurement policies, prioritising suppliers and materials that have a lower environmental impact (Thiele, 2011).

Waste management is another key area where museums are making progress. The Guggenheim Museum Bilbao has developed a comprehensive recycling programme that includes the separation and recycling of materials such as paper, plastic and glass (Guggenheim Bilbao, 2022). Similarly, the Museum of Contemporary Art of Barcelona (MACBA) has implemented composting practices for organic waste generated on its premises (MACBA, 2021). These efforts reflect global trends, such as the practices of the Museu de Arte de São Paulo (MASP) in Brazil, which has implemented a solid waste management programme that includes recycling and reuse of materials (Costa & Marques, 2019).

Water conservation is essential, especially in water-scarce regions. Museums can adopt water-saving technologies such as low-flow faucets and rainwater harvesting systems. A notable example is the Getty Museum in Los Angeles, which has implemented a comprehensive water management system that includes recycling greywater for irrigation of its gardens (Getty Conservation Institute, 2013).

3.1.3. Conservation and Biodiversity Projects

Some museums are actively participating in conservation and biodiversity projects. The Museo de Ciencias Naturales de Madrid, for example, collaborates with several organisations in programmes for the conservation of endangered species and the restoration of natural habitats (Museo de Ciencias Naturales, 2020). Similarly, the Natural History Museum of New York has been involved in species conservation through its research and education programmes (Andrews, 2017).

3.2. SOCIAL SUSTAINABILITY IN SPANISH MUSEUMS.

Social sustainability in museums focuses on inclusion, accessibility, education and promotion of diversity. These initiatives seek to ensure that museums are open and welcoming spaces for all segments of society.

3.2.1. Inclusion and Accessibility

Social inclusion and accessibility are fundamental components of social sustainability. Many museums in Spain have implemented programmes to ensure that their facilities and exhibitions are accessible to all people, regardless of their physical or cognitive abilities. The Museo Thyssen-Bornemisza has developed audio guides and Braille materials for visually impaired visitors (Museo Thyssen-Bornemisza, 2021). In addition, the Museo de Bellas Artes de Sevilla has improved its facilities to ensure accessibility for people with reduced mobility (Museo de Bellas Artes de Sevilla, 2020). These efforts parallel those of the Smithsonian Museum in the United States, which has worked extensively to improve accessibility through inclusive programmes and physical adaptations (McRae, 2015).

3.2.2. Education and Community Programmes

Museums are also playing an important role in education and community development. The Museum of History of Barcelona (MUHBA) offers educational programmes for local schools and workshops for older adults, encouraging lifelong learning and community participation

(MUHBA, 2021). Similarly, the Museo Picasso Málaga has established partnerships with local organisations to offer cultural activities to disadvantaged communities (Museo Picasso Málaga, 2020). These programmes mirror similar practices at the Louvre Museum in France, which has developed extensive educational and community programmes for diverse groups (Dubé, 2016).

3.2.3. Diversity and Equity

Promoting diversity and equity is another essential aspect of social sustainability. The Museum of Modern and Contemporary Art of Palma de Mallorca (Es Baluard) has implemented policies to ensure equal representation of artists of different genders, ethnicities and cultural backgrounds in its exhibitions (Es Baluard, 2021). In addition, many museums are reviewing their recruitment practices to ensure greater diversity in their staff and governing bodies. For example the project of the National Carriage Museum, in Lisbon (Portugal), which introduces an Inclusive and Solidarity Museum (MIS) as a social sustainability project that celebrates difference, promotes equality and inclusion through Education and Heritage. The main objective of this programme is to give the opportunity to children, young people and even adults who have never visited a Museum in their lives, to feel included in it, making inclusion and solidarity the principles of its programmatic action. This trend is also seen at the Tate Modern in London, which has been a pioneer in promoting diversity and inclusion in its exhibitions and staff (Jones, 2018).

3.3. GOOD GOVERNANCE IN SPANISH MUSEUMS

Good governance in museums involves practices of transparency, community participation and adaptation to new technologies and methodologies. These practices are essential to ensure responsible and ethical management.

3.3.1. Transparency and Accountability

Transparency and accountability are fundamental principles of good governance. Museums in Spain are taking steps to improve transparency in their operations and resource management. The Museo Nacional del Prado publishes detailed annual reports on its financial performance and activities (Museo Nacional del Prado, 2020). In addition, many museums are adopting codes of ethics and conduct to ensure integrity in all their operations (ICOM Spain, 2021). These principles are comparable to those of the Museum of Modern Art (MoMA) in New York, which regularly publishes its financial and activity reports for public scrutiny (Taylor, 2019).

3.3.2. Participation and Partnership

Encouraging participation and collaboration is crucial for good governance. The Museum of Human Evolution in Burgos, for example, has established advisory boards composed of community representatives, academics and museum experts to guide its strategic decisions (Museum of Human Evolution, 2021). This participation helps ensure that the museum's operations reflect the interests and needs of the community. Similarly, the Boston Museum of Science has implemented community advisory committees to involve citizens in decision-making (Walker, 2017).

3.3.3. Innovation and Adaptation

The ability to innovate and adapt is essential for good governance in a changing environment. Museums in Spain are exploring new technologies and methodologies to improve their operations and services. The Museo de Arte Contemporáneo de Barcelona (MACBA) has launched a digital platform that allows visitors to explore its collections online, thus encouraging greater participation and accessibility (MACBA, 2021). Similarly, the Museo Nacional Thyssen-Bornemisza has implemented advanced management tools to optimise its administrative and

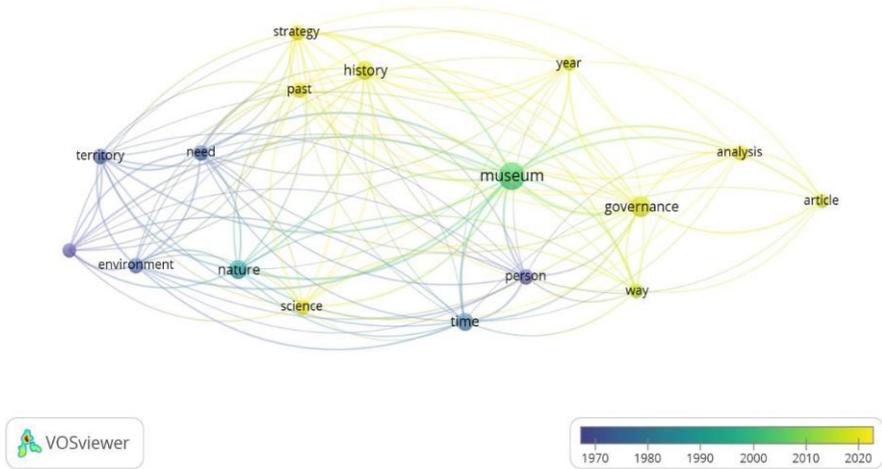
operational processes (Museo Thyssen-Bornemisza, 2021). These efforts are similar to those of the Rijksmuseum in Amsterdam, which has developed innovative digital applications and platforms to enhance the visitor experience (De Leeuw, 2018).

After carrying out this literature review, we considered a bibliometric study on the online platform Web of Science (WoS), a collection of databases of bibliographic references and citations of periodicals from 1900 to the present (FECYT, 2024); but given the small number of results obtained, only 28, we thought it more interesting to analyse them directly with Vosviewer. With this tool, a scientific mapping has been carried out, applying the technique of normalisation of the strength of association.

Two visualisations of the scientific map have been created using VOSviewer for this work: the visualisation of the network of co-occurrences and that of collaboration between countries. The maps were created by entering the file with the bibliographic data obtained from WoS. VOSviewer then identified the most frequent terms used by the authors of the publications and the resulting visualisation shows clusters of relevant terms, known as a co-occurrence map. In addition, it has calculated the relevance scores between the different terms and, using these networks, the relationships between the terms or keywords of the different researchers in the subject can be determined (Bukar et al., 2023). The same has been done in a second map, with the relationship between the researchers in the countries that collaborate on their research.

Figure 1 presents a scientific network visualisation map of the key terms, based on the information obtained from the authors, titles, keywords and abstracts of the bibliometric data of the 28 results obtained in the WoS search.

Figure 1. Bibliometric map of overtourism and sustainability



Note. Own elaboration based on information from the overlay visualisation map created using the VOSviewer tool, with the information obtained from the Web of Science search.

Analysing this Map of terms and years, we can determine that at the centre of all clusters is the term "museum", which connects to multiple concepts, indicating its pivotal role in integrating different practices and approaches.

Other keywords such as "history", "governance", "environment", "strategy", "analysis", "science", "nature", and "territory" also have a prominent co-occurrence, suggesting that these terms are fundamental in the context of museums.

The analysis shows three thematic clusters:

Cluster 1: Environmental (Blue)

This cluster focuses on terms related to environment and sustainability and the most significant concepts are:

Environment: Central to this cluster, it indicates concern for environmental impact and sustainability in the museum context.

Territory: Related to the geography and physical location of museums and their territorial impacts.

Nature: Connecting with nature and nature conservation, reflecting the role of museums in environmental education and conservation.

Science: Relates the role of museums in science popularisation and research.

The terms in this cluster are strongly interconnected, suggesting that environmental studies in museums are integrated with concepts of territory and nature, as well as being supported by scientific bases.

Cluster 2: Governance and Strategy (Yellow)

This cluster includes terms related to governance, strategy and analysis in museums, the key terms are:

Governance: Central to this cluster, it reflects good governance practices in museums, including transparency and accountability.

Strategy: Indicative of the strategic planning and direction museums are taking to meet their sustainability and governance objectives.

Analysis: Important for the evaluation of policies and practices, supporting data-driven decision-making. Article: Represents the production and dissemination of knowledge through academic publications.

The connection between "governance" and "strategy" suggests a close relationship between governance and the strategies implemented in museums, while "analysis" supports the evaluation and continuous improvement of these practices.

Cluster 3: Historical and Social (Colours Green and Yellow)

This cluster focuses on terms related to the history, temporality and social aspects of museums. Its main keywords are:

History: Central, reflecting the focus on the preservation and teaching

of history. Past: Complements "history", indicating a focus on past events and cultures.

Time: Suggests the importance of temporality and historical evolution in collections and exhibitions.

Person: Reflects the human and social aspect of museums, considering how people interact and are represented in them.

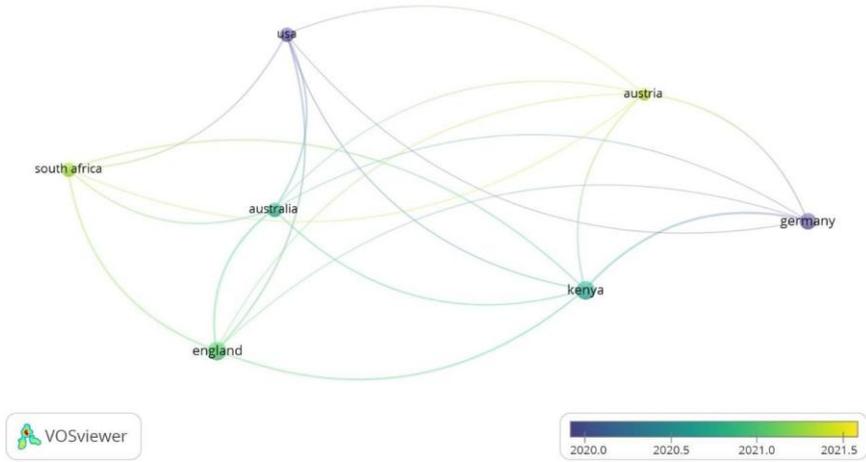
The strong connection between "history", "past", and "time" highlights the temporal nature of museum collections and their focus on the documentation and preservation of human and social history.

In addition to the contributions provided by the three main clusters, we should also note the strong interconnection between the terms "museum" with "governance", "environment", and "history" indicating a strong relationship between these concepts. This suggests that, in the museum field, there is a significant integration of history, governance and environment.

It is also important to note that the colour scale indicates a temporal evolution of the themes, with older terms (1970s and 1980s) in blue and more recent terms (2020s) in yellow. This may reflect how priorities and approaches in museum studies have evolved. Changes in the colours of terms may indicate evolving areas of focus within the museum field. For example, terms related to sustainability and governance may have become more prominent in recent decades, reflecting a shift towards greater social and environmental responsibility.

Figure 2 presents a scientific network visualisation map of the key countries researching on the topic, based on the information obtained from the authors, titles, countries and abstracts of the bibliometric data of the 28 results obtained in the WoS search.

Figure 2. Bibliometric map of overtourism and Sustainability



Note. Own elaboration based on information from the overlay visualisation map created using the VOSviewer tool, with the information obtained from the Web of Science search.

This map is useful for understanding international research relationships and how they have changed over a specific period of time. It can also help to identify potential collaborative partners (such as universities) and trends in global research.

The map shows a strong network of international collaborations, especially between the United States, Europe and Africa. In particular, the research analysed indicates that there is a remarkable network of collaboration between European and African institutions. For example, the Technical University of Munich and the University of Salzburg in Europe work closely with the National Museums of Kenya and other African universities such as Pwani University and Taita Taveta University.

The most important countries in this research are the United States, Kenya and Germany, which, as we can see, appear as central countries in this network, reflecting their important role in global research.

Finally, it is significant to note in terms of the evolution of collaborations that the temporal evolution of collaborations suggests that there has

been a continuous and increasing activity in collaborations over the period 2020-2021.5.

4. DISCUSSION

The results of this study indicate that museums are adopting a variety of strategies to address environmental sustainability, including energy management, waste reduction, water conservation and sustainable design. These efforts reflect a growing commitment of cultural institutions to sustainability, aligning with societal expectations and government policies. Comparing these findings with existing literature, we observe both consistencies and divergences. For example, Anderson (2019) and Brown&Hay-Edie (2014) highlight the importance of energy efficiency and waste reduction in museums, which is congruent with the findings of this study. However, the current research also reveals an emerging trend towards the use of advanced technologies and innovative solutions, such as rainwater harvesting and LEED certification, which were not widely discussed in previous studies.

5. RESULTS

Implementing ESG strategies can bring numerous benefits to companies. Studies have shown that companies with strong ESG practices tend to have better long-term financial performance, due to better risk management and greater innovation (Friede, Busch, & Bassen, 2015). In addition, investors are increasingly interested in companies that demonstrate a commitment to sustainability and social responsibility, which can increase access to capital and improve the company's market valuation (Clark, Feiner, & Viehs, 2015).

ESG strategies represent a comprehensive approach to managing companies' environmental, social and governance responsibilities. These strategies not only help companies meet regulatory and social expectations, but can also drive innovation, enhance reputation and generate

long-term value. Companies that adopt and refine their ESG strategies are therefore better positioned to meet the challenges of the future and achieve sustainable growth.

The adoption of ESG strategies in museums will not only enhance their sustainability and social responsibility, but also position them as leaders in ethical and sustainable practices. This theoretical framework provides a solid foundation for understanding how museums can integrate environmental, social and governance principles into their daily operations and programmes, ensuring their long-term relevance and sustainability. A collaborative approach is essential to expand the strategic role played by museums as vectors of the 'culture of sustainability', to promote and achieve the 17 SDGs of the 2030 Agenda and to foster participation, action and impacts, in a process of awareness raising and development of competencies and skills. It is the orientation towards many themes, for the transformation and creation of environmental, economic and cultural sustainability, declined in all areas of museum activity. A path that follows criteria and actions both at the scale of the building, for programmes and activities, and in the relationship with communities and places, in terms of participation and activism to increase relevance and systemic change.

In terms of the analysis of the VOSviewer term map we can determine that museum studies have significantly integrated social, environmental and governance practices. Museums not only focus on historical and cultural preservation, but also adopt sustainability and governance strategies to improve their social and environmental impact. The co-occurrence with "strategy" and "analysis" indicates that these practices are being developed strategically and analytically. This holistic approach is crucial for the future development of museums as responsible and adaptive cultural institutions. The issues of environmental sustainability, history and governance are interrelated in the context of museums. Museums are working not only on environmental and historical conservation, but also on how these areas can be effectively managed through

sound governance strategies. This holistic approach is crucial to developing sustainable and responsible practices in the museum field.

The results have several practical implications for museum managers. The adoption of sustainable practices not only helps to mitigate environmental impact but can also result in significant savings in operating costs. In addition, by implementing sustainability strategies, museums can enhance their reputation and attract a more environmentally conscious and engaged public.

6. CONCLUSIONS

The implementation of ESG strategies in Spanish museums is contributing significantly to their sustainability and relevance in contemporary society. The integration of environmental sustainability strategies in museums is essential to minimise their ecological impact and promote a culture of environmental responsibility. They definitely have the opportunity to lead by example, educating the public about the importance of sustainability and demonstrating how cultural institutions can contribute positively to the well-being of the planet. Through environmental, social and governance sustainability initiatives, these museums are not only preserving cultural heritage, but also promoting a positive impact on the environment and society. This study highlights the importance of continuing to develop and refine these strategies to ensure that museums remain exemplary institutions in terms of sustainability and ethics. Despite the benefits, the implementation of ESG strategies in museums also faces several challenges. Lack of financial and human resources can be a significant obstacle, especially for smaller museums. In addition, resistance to change and lack of expertise in sustainable practices can hinder the adoption of new technologies and methods.

7. REFERENCES

- Anderson, G. (2019). *Sustainable Museums: Strategies for the 21st Century*. Routledge.
- Andrews, L. (2017). Conservation programs at the American Museum of Natural History. *Journal of Museum Studies*, 35(2), 112-128.
- Bhattacharya, C. B., Sen, S., & Korschun, D. (2008). Using corporate social responsibility to win the war for talent. *MIT Sloan Management Review*, 49(2), 37-44.
- Brown, J., & Hay-Edie, T. (2014). Museums and the environment: Reducing the carbon footprint. *Museum International*, 66(3-4), 24-33.
- Bukar, U. A., Sayeed, M. S., Razak, S. F. A., Yogarayan, S., Amodu, O. A., & Mahmood, R. a. R. (2023). A method for analyzing text using VOSviewer. *MethodsX*, 11, 102339. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102339>
- Carroll, A. B. (1991). The pyramid of corporate social responsibility: Toward the moral management of organizational stakeholders. *Business Horizons*, 34(4), 39-48.
- Clark, G. L., Feiner, A., & Viehs, M. (2015). *From the stockholder to the stakeholder: How sustainability can drive financial outperformance*. University of Oxford and Arabesque Partners.
- Costa, R., & Marques, L. (2019). Waste management practices at the Museum of Art of São Paulo. *Journal of Environmental Management*, 250, 109-118.
- De Leeuw, R. (2018). Digital innovations at the Rijksmuseum. *Museum Management and Curatorship*, 33(3), 247-260.
- Dubé, J. (2016). Educational programs at the Louvre. *Museum International*, 68(2), 145-159
- Eccles, R. G., & Klimenko, S. (2019). The investor revolution. *Harvard Business Review*, 97(3), 106-116.
- Elkington, J. (1997). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Capstone.
- Es Baluard. (2021). Diversity and equity policies. Retrieved from <https://www.esbaluard.org>.

- FECYT. (2024). WEB OF SCIENCE databases. Spanish Foundation for Science and Technology (FECYT).
<https://www.recursoscientificos.fecyt.es/licencias/productos-contratados/wos>
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Pitman.
- Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., & de Colle, S. (2007). *Stakeholder theory: The state of the art*. Cambridge University Press.
- Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210-233.
- Getty Conservation Institute. (2013). Sustainable practices in the museum environment. Retrieved from
https://www.getty.edu/conservation/our_projects/field_projects/sustainability/
- Gompers, P., Ishii, J., & Metrick, A. (2003). Corporate governance and equity prices. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(1), 107-156.
- Guggenheim Bilbao. (2022). Integral recycling programme. Retrieved from
<https://www.guggenheim-bilbao.eus>
- Iberdrola Foundation. (2020). LED lighting in the Prado Museum. Retrieved from
<https://www.fundacioniberdrola.org>
- ICOM Spain. (2021). Code of ethics and conduct. Retrieved from
<https://www.icom-ce.org>
- Jones, A. (2018). Diversity and inclusion at the Tate Modern. *Journal of Cultural Policy*, 42(4), 321-337.
- MACBA. (2021). Digital collections platform. Retrieved from
<https://www.macba.cat>
- McRae, L. (2015). Accessibility initiatives at the Smithsonian Institution. *Museum Quarterly*, 51(1), 77-93.
- Ministry of Culture and Sport. (2021). Solar energy at the Reina Sofia Museum. Retrieved from
<https://www.culturaydeporte.gob.es>
- MUHBA. (2021). Educational and community programmes. Retrieved from
<https://ajuntament.barcelona.cat/museuhistoria/>
- Museum of Natural Sciences. (2020). Conservation projects. Retrieved from
<https://www.mncn.csic.es>

- Museum of Human Evolution. (2021). Advisory Council.
- Museums Association. (2020). Energy management in museums: Case studies. *Museums Journal*, 120(5), 44-47.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value: How to reinvent capitalism and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review*, 89(1-2), 62-77.
- Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1997). A survey of corporate governance. *The Journal of Finance*, 52(2), 737-783.
- Thiele, L. P. (2011). *Sustainability*. Polity Press.
- U.S. Green Building Council. (2021). LEED certification for museums: Case studies. Retrieved from <https://www.usgbc.org/leed>

EL IMPACTO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y LA
SOSTENIBILIDAD EN LA MEJORA DE
COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS: UN EJEMPLO DE
PLATAFORMA 3D Y SU CONTRIBUCIÓN A LA
INTERNACIONALIZACIÓN DE LAS EMPRESAS
PARTICIPANTES EN EL PROYECTO FOOD
IMMERSIVE PLATFORM (FIP)

BEATRIZ IRÚN

ESIC Business & Marketing School (España)

Universitat Jaume I (España)

1. INTRODUCCIÓN

Las empresas se desenvuelven en un entorno en el que todo va cambiando y esto les exige una renovación y adaptación constante.

La competitividad según Galindo (2008), en su libro *Diccionario de Economía Aplicada: Política económica, economía mundial y estructura económica*, explica que este término proviene desde hace tres siglos aproximadamente cuando Adam Smith desarrolló la teoría de la ventaja absoluta relacionándola con el comercio internacional y los beneficios para todos los actores partícipes del proceso en su obra *La Riqueza de las Naciones* publicada en 1776. Posteriormente, David Ricardo en su obra *Principios de economía* en 1817 mediante la teoría de la ventaja comparativa, señalaba que un país lleva la delantera en la generación de un bien cuando lo puede producir a un coste relativo menor que otros países. La competitividad depende de la capacidad de la industria para innovar y mejorar; las compañías ganan ventajas sobre los mejores competidores del mundo debido a la presión y al reto al que están sometidas de forma constante (Porter, 2015).

Para mejorar la competitividad, teniendo en cuenta la velocidad con la que surgen nuevas tecnologías y con la que los competidores se vuelven más creativos y dinámicos buscando crear diferencias claras en las propuestas de valor que presentan a los clientes finales, se debe tener un conocimiento profundo de las tendencias y las dinámicas del mercado, así como invertir tiempo y esfuerzo para garantizar que la experiencia del cliente sea satisfactoria.

La pandemia resultó ser en el año 2020 un claro acelerador de la transformación digital de muchas empresas y también empujó a muchos profesionales a mejorar sus habilidades digitales.

La necesaria reestructuración a nivel global del mercado laboral, el cambio de prioridades de los ciudadanos a la hora de seleccionar la empresa donde desarrollar su carrera profesional, así como los nuevos hábitos de consumo de la población (ICE, 2018), y su diferente manera de relacionarse, también provocaron un cambio de las herramientas digitales habituales. En estos últimos cuatro años las nuevas tecnologías desarrolladas por las compañías se han ido sucediendo planteando desafíos nuevos a enfrentar. Ya con internet se cuestionó su potencial desde el principio, circunstancia que no fue un freno para que se extendiera rápidamente y sea veinticinco años después una tecnología de uso generalizado. Algo parecido sucede con otras tecnologías disponibles que van desde las plataformas inmersivas en tres dimensiones, web3, o el metaverso que supone, en definitiva, una nueva forma de relacionarnos en un mundo paralelo y virtual donde a través de un avatar tenemos actividad e interactuamos (Acevedo, 2022). Con la irrupción de la inteligencia artificial generativa (IAG) en 2023, y según datos actualizados su uso es ya generalizado, fundamentalmente en las áreas de marketing y ventas, el desarrollo de productos y servicios, y las operaciones de servicio (McKinsey, 2023).

La inteligencia artificial es la disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico (Real Academia de la Lengua española, 2024).

La Inteligencia Artificial (IA) desempeña un papel fundamental, transformando significativamente la manera en que las organizaciones operan y toman decisiones. La IA ha evolucionado como una herramienta estratégica que no solo optimiza procesos, sino que también impulsa la innovación y la eficiencia. Y lo más importante es que está al alcance de todas las organizaciones, hoy en día es posible utilizar IA en casi toda la cadena de valor sin que esto represente una inversión o esfuerzo significativo.

Es evidente el impacto de la IA en la toma de decisiones: se pueden tomar más rápido y de forma más precisa.

La utilización de IA generativa es una tendencia global, y por tanto en ambos ámbitos (dirección comercial e internacionalización) aportan gran valor puesto que pueden tratar modelos con una gran cantidad de datos, analizar riesgos y comparativas para facilitar la toma de decisiones hacia qué mercado internacionalizarse, etc. Los modelos de IA deben ser éticos y justos, y hay que hacer esfuerzos para no discriminar cuando se tratan grandes volúmenes de datos.

¿Cómo es un líder que conoce y emplea herramientas IA en su día a día profesional? Invierten en investigación y desarrollo, en talento y en infraestructura. Creen en la colaboración abierta: los líderes en IA están abiertos a colaborar con otras empresas, universidades e instituciones. Están convencidos de que la colaboración es esencial para el desarrollo de la IA y la generación de conocimiento y crecimiento económico en general. Por tanto son profesionales que son conscientes de la importancia de interactuar con su entorno, de crear un ecosistema donde se retroalimente la información desde su puesto y función dentro de la organización a la que pertenece así como con universidades, centros de innovación y asociaciones sectoriales o clústeres donde es un miembro activo (ADIL, 2023).

La inteligencia artificial (IA) es una de las tecnologías más disruptivas de la historia. Su potencial para transformar la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos es enorme. En los últimos años, la IA ha experimentado un crecimiento exponencial, impulsado por el aumento

de los datos, el poder de procesamiento y la disponibilidad de algoritmos cada vez más avanzados. En este contexto, han surgido una serie de líderes empresariales a nivel global que han apostado por la IA como una palanca clave para su crecimiento y éxito. Estos líderes han impulsado la innovación en IA, han desarrollado nuevas aplicaciones y han ayudado a popularizar esta nueva tecnología. Algunos de los líderes más relevantes en IA y algunas de sus propuestas tecnológicas que suponen un claro avance en distintos campos se mencionan a continuación (Infobae, 2023):

- Elon Musk: es CEO de Tesla y SpaceX es uno de los mayores defensores de la IA, quien cree que la IA tiene el potencial de resolver algunos de los problemas más urgentes del mundo, como el cambio climático y la pobreza.
- Jeff Bezos: es CEO de Amazon es otro líder destacado en IA. Amazon ha invertido miles de millones de dólares en IA, y esta tecnología se utiliza en una amplia gama de productos y servicios de la empresa, como el asistente virtual Alexa, el servicio de recomendación de productos Amazon Personal Shopper y el sistema de logística Amazon Robotics.
- Satya Nadella: es CEO de Microsoft y cree en el poder de la IA para transformar el mundo empresarial.
- Sundar Pichai: es CEO de Google y es otro líder que ha apostado por la IA. Google ha desarrollado una serie de tecnologías de IA innovadoras, como el motor de búsqueda de IA, el sistema de traducción automática y el asistente virtual Google Assistant.
- Larry Ellison: es CEO de Oracle y es un veterano de la industria de la tecnología que ha estado a la vanguardia del desarrollo de la IA. Oracle ha desarrollado una amplia gama de soluciones de IA para empresas, gobiernos y organizaciones sin ánimo de lucro.

2. OBJETIVOS

En este trabajo se expone la conveniencia del uso de estas nuevas tecnologías y su impacto positivo en la internacionalización de las empresas en el caso particular de creación propia a partir de código open source para diseño de una plataforma en tres dimensiones que en tiempos de pandemia ha permitido la internacionalización de varias empresas aragonesas en los mercados de China y Hong Kong, mediante el uso exclusivo de esta plataforma denominada Food Immersive Platform (FIP). Es un caso de éxito donde hemos contribuido a la internacionalización de nuestras empresas así como conseguido exportar sus productos sin viajes de negocios, nula asistencia a ferias u otros eventos promocionales, destacando la contribución de este “metaverso de diseño propio” a la expansión internacional de nuestras empresas, generación de valor y mejoras competitivas. Además en este trabajo contemplamos la creación dentro de la plataforma de un espacio dedicado a innovación abierta, donde los ejes fundamentales se sustentan en las áreas de sostenibilidad y el empleo de IA generativa como otra nueva tecnología, y su impacto en el liderazgo empresarial.

En cuanto a los objetivos específicos se enumeran los siguientes: investigar las necesidades y retos de las empresas agroalimentarias seleccionadas en relación con la innovación, la sostenibilidad, y la internacionalización para impulsar la comercialización de sus productos; investigar el diseño y programación de una plataforma colaborativa inmersiva de realidad virtual que responda a tales necesidades/ retos mediante la digitalización de las relaciones con proveedores de conocimiento/ tecnología y con sus clientes; investigar metodologías de ramificación que mejoren los resultados obtenidos e implementarlas en la plataforma; validar la plataforma digital inmersiva en su vertical de internacionalización y realizar un test de forma que puedan detectarse los principales temas que preocupan a las empresas participantes en su relación con otras empresas y agentes externos en la vertical de innovación abierta para poder determinar otras áreas futuras de trabajo.

La literatura sigue siendo escasa en cuanto a estas nuevas tecnologías (metaversos, inteligencia artificial generativa...) y la que existe suele abordar estos temas desde un punto de vista técnico y descriptivo de las herramientas en sí, y no como impacto en áreas de marketing internacional o como palancas para mejoras de competitividad de las empresas tanto en acceso a nuevos mercados y mejoras de costes por ventas, o mejoras en ejercicio de liderazgo por parte de sus equipos directivos mediante el empleo de IA siendo más eficientes.

2.1. PLATAFORMA DE CREACIÓN PROPIA FIP (FOOD IMMERSIVE PLATFORM) Y LA INTERNACIONALIZACIÓN)

- La creación de esta plataforma respondió a una clara necesidad de comunicación entre empresas españolas, en concreto de Aragón y Navarra, y potenciales clientes (importadores y distribuidores chinos). Dadas las características del mercado chino no era posible establecer conferencias de negocios por los medios habituales disponibles en Europa como meets, teams o zoom, dado que en China no hay acceso y utilizan sus propias herramientas como DingTalk. Suponía mucho esfuerzo tener que formar a las empresas aragonesas para utilizar la herramienta china y por tanto ante esta necesidad surge la idea de programar un espacio propio de fácil acceso para ambos mercados. Cabe destacar que dicha necesidad se detecta a raíz del confinamiento en marzo del año 2020 y por tanto se empieza a trabajar en la programación de una herramienta propia que dé respuesta a esas necesidades en un contexto pre metaverso. El concepto metaverso fue lanzado en octubre de 2022 cuando la herramienta descrita en este trabajo FIP, respondiendo sus siglas a Food Immersive Plattform, fue diseñada y se presentó en un proyecto europeo para solicitud de fondos que ayudaran a sufragar el proyecto durante 2021, el que más tarde y al obtener respuesta positiva contando con una parte de fondos europeos, se programó y fue puesto en marcha

incorporando a las empresas participantes y realizando reuniones a principios del año 2022.

- También en un periodo post covid19 esta plataforma FIP supone un importante ahorro en costes de viaje que son evitables debido a la buena conexión entre empresas internacionales (chinas y españolas) a través de ese nuevo entorno virtual donde se recrean con todo detalle las reuniones necesarias para realizar negocios enfocados a la comercialización de productos de alimentación en el mercado chino.

2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA FIP: OPEN INNOVATION (SOSTENIBILIDAD, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LIDERAZGO)

A continuación se describen distintos aspectos como el impacto de la inteligencia artificial en la toma de decisiones, su rol clave, atributos comunes a los líderes que utilizan herramientas de IA en su desempeño profesional diario y algunos nombres conocidos mundialmente que ilustran estos ejemplos, así como algunas de sus propuestas tecnológicas más extendidas. En definitiva se explica cómo la colaboración abierta es esencial. Innovación abierta como estrategia de innovación mediante la cual las empresas van más allá de sus límites y desarrollan la cooperación con organizaciones o con profesionales externos (Chesbrough, 2003). Y en este punto resaltamos la vertical Open innovation creada dentro de FIP con el claro propósito de animar a los avatares participantes (representantes de las distintas empresas en este entorno virtual) a intercambiar información, inquietudes, formas de resolver problemas sectoriales dentro de un espacio creado para fomentar ese espacio colaborativo. En el área internacional, eje central de este proyecto, fundamentalmente la problemática surge en pilares como sostenibilidad en general y específicamente en la distribución y logística, así como en el propio diseño de producto (incluyendo tanto los procesos de fabricación y materias primas, como envases y embalajes).

Es evidente el impacto de la IA en la toma de decisiones: se pueden tomar más rápido y de forma más precisa. La inteligencia artificial es la disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico (Real Academia de la Lengua española, 2024).

La Inteligencia Artificial (IA) desempeña un papel fundamental, transformando significativamente la manera en que las organizaciones operan y toman decisiones. La IA ha evolucionado como una herramienta estratégica que no solo optimiza procesos, sino que también impulsa la innovación y la eficiencia. Y lo que es más importante ya no es una caja negra al alcance de unas pocas organizaciones, hoy en día es posible utilizar IA en casi toda la cadena de valor sin que esto represente una inversión o esfuerzo significativo (González, 2023). La inteligencia artificial (IA) es una de las tecnologías más disruptivas de la historia. Su potencial para transformar la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos es enorme. En los últimos años, la IA ha experimentado un crecimiento exponencial, impulsado por el aumento de los datos, el poder de procesamiento y la disponibilidad de algoritmos cada vez más avanzados. Los modelos de IA deben ser éticos y justos, y hay que hacer esfuerzos para no discriminar cuándo se tratan grandes volúmenes de datos (Unesco, 2023).

¿Cómo es un líder que conoce y emplea herramientas IA en su día a día profesional? Podemos decir que estos líderes invierten en investigación y desarrollo, en talento y en infraestructura. Creen en la colaboración abierta: los líderes en IA están abiertos a colaborar con otras empresas, universidades e instituciones. Están convencidos de que la colaboración es esencial para el desarrollo de la IA y la generación de conocimiento y crecimiento económico en general. Por tanto son profesionales que son conscientes de la importancia de interactuar con su entorno, de crear un ecosistema donde se retroalimente la información desde su puesto y función dentro de la organización a la que pertenece así como con

universidades, centros de innovación y asociaciones sectoriales o clústeres donde es un miembro activo. Por otra parte se enfrentan a cuatro grandes desafíos: empezar “desde abajo”, gestionar equipos multidisciplinares, retención del talento y la ética (MIT, 2024).

La IA ya está teniendo un impacto significativo en el mundo real. Se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, desde la atención médica y la educación hasta la fabricación y el transporte (Knowmad mood, 2023).

En el sector de la atención médica, la IA se utiliza para desarrollar nuevos tratamientos, para diagnosticar enfermedades y para personalizar la atención al paciente. Por ejemplo, la empresa estadounidense IBM Watson utiliza IA para ayudar a los médicos a diagnosticar el cáncer de mama con mayor precisión.

En el sector de la educación, la IA se utiliza para personalizar el aprendizaje, para proporcionar feedback a los estudiantes y para ayudar a los profesores a planificar sus clases. Por ejemplo, la empresa estadounidense Knewton utiliza IA para crear cursos personalizados para cada estudiante.

En el sector de la fabricación, la IA se utiliza para automatizar procesos, para mejorar la eficiencia y para reducir los costes. Por ejemplo, la empresa alemana Siemens utiliza IA para automatizar la producción de automóviles.

En el sector del transporte, la IA se utiliza para desarrollar vehículos autónomos, para mejorar la eficiencia del tráfico y para optimizar las rutas de entrega. Por ejemplo, la empresa estadounidense Waymo está desarrollando un vehículo autónomo que podría revolucionar el transporte.

Estos son solo algunos ejemplos de las muchas maneras en que la IA está transformando el mundo. A medida que la IA continúe desarrollándose, muy probablemente su impacto será aún mayor en los próximos años.

Una nueva herramienta de Google, Gemini IA, se prevé que se lance al usuario final durante 2024 (Xataka, 2024).

Todas estas cuestiones son las que se ha detectó que preocupaban a las empresas participantes en este proyecto de internacionalización de las cuatro empresas de alimentación participantes, de Aragón y Navarra, hacia el mercado chino y en cuyo foro creado con espacio propio dentro de FIP, “open innovation”, pudieron interactuar con otras empresas y profesionales externos para acceder a información diferente que les permitió aplicar soluciones distintas a su propuesta habitual, facilitando de este modo el aprendizaje y cooperación en aras de conseguir una mejora tanto de propuestas de valor y, en sentido último, de innovación.

3. METODOLOGÍA

El proyecto se lleva a cabo con un consorcio formado por dos AEI agroalimentarias (CLUSTER ALIMENTARIO DE ARAGONES Y CLUSTER AGROALIMENTARIO DE NAVARRA), cuatro PYMES agroalimentarias, y una empresa partner de tecnología (TYRIS).

Las empresas agroalimentarias abarcan diferentes productos: carne, vino, conservas vegetales y trufa negra. Una de las pymes participantes es una mediana empresa y tiene mayor trayectoria en internacionalización, actuando así como dinamizador de las otras tres, que son micropymes.

El proyecto está alineado con la nueva POLÍTICA INDUSTRIAL ESPAÑOLA 2030, ya que mejora la productividad y la competitividad internacional de la industria agroalimentaria y concilia su progreso con los objetivos de sostenibilidad y descarbonización de la economía. También se aprovecha el potencial de la digitalización como palanca competitiva para alcanzar estos objetivos, que están enfocados a las pymes de las dos AEI participantes.

- FIP y la internacionalización: Se relaciona el uso de la plataforma FIP (medido en número de veces que accede cada empresa así como el tiempo de permanencia en la misma) con las ventas de los productos alcanzadas al finalizar el proyecto, después de estar con reuniones y agendas activas durante un periodo de 3/5 meses.
- Open innovation: Se establece una zona de networking donde los avatares que acceden pueden interactuar libremente participando en cuestiones que requieren de su interacción en los ámbitos de procesos y elaboración de la oferta de sus productos, así como de envases y embalajes necesarios. Se mide la participación en el acceso a esta zona así como el tiempo de permanencia interactuando con otras empresas, sin distinguir domésticas o internacionales dado que se considera que la innovación puede llegar de cualquier actor del mercado tanto proveedores como competidores directos o genéricos así como clientes.

En cuanto al área técnica de desarrollo y programación propia de la herramienta, la plataforma FIP en sí, se siguió el calendario que se muestra en el gráfico 1.

GRÁFICO 1. Calendario de desarrollo de proyecto y de reuniones.

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9
PT1: DELIMITACIÓN DE LAS FUNCIONALIDADES DE LA PLATAFORMA									
A1.1.- Delimitación de los retos y necesidades.									
A1.2.- Establecimiento de las funcionalidades de la Plataforma.									
PT 2: DESARROLLO DE LA PLATAFORMA									
A2.1.- Diseño de la arquitectura de la solución digital.									
A2.2.- Programación y estudio de usabilidad, desarrollo de la experiencia de usuario y diseño gráfico de la interfaz gráfica de usuario									
A2.3.- Programación vertical internacionalización									
A 2.4 Test de la Plataforma									
PT3: VALIDACIÓN									
A3.1.- Validación de la vertical internacionalización									
A3.2.- Realización de ajustes y configuración definitiva.									
PT4: DIRECCIÓN, COORDINACIÓN, GESTIÓN Y DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS.									
A4.1.- Gestión del proyecto									
A4.2.- Reuniones de coordinación y seguimiento técnico									
A4.3.- Difusión del proyecto y de los resultados obtenidos.									

4. RESULTADOS

Los resultados esperados e indicadores de impacto (KPIs): El resultado esperado es tener diseñada la plataforma en su conjunto y programada en lo relativo a la vertical de internacionalización. De este modo se prevé una interacción en la cadena de valor interempresarial, a nivel de empresa agroalimentaria - empresa cliente en el mercado de China y Hong Kong.

En cuanto a los resultados que se obtuvieron, descritos como entregables, se incluye esta tabla resumen.

GRÁFICO 2. Resumen de entregables del proyecto FIP

E 1.1	Informe de necesidades y retos identificados.
E1.2	Informe con las funcionalidades de la plataforma y criterios para acceso de los roles.
E 2.1	Plataforma Prototipo.
E 3.1	Informe de validación de la Plataforma.
E 4.1	Dossier de resultados alcanzados
E4.2	Informes de Progreso
E 4.3	Actas de reuniones de coordinación y seguimiento técnico
E4.4	Dossier de prensa

A continuación se muestran algunas capturas de pantalla de la plataforma propia desarrollada (FIP).

FIGURA 1. Paneles de acceso rápido a las distintas zonas de FIP



FIGURA 2. Zona de entrada de los avatares en la plataforma FIP



FIGURA 3. Salas de reuniones personalizadas para cada empresa participante (FIP)



FIGURA 4. Zonas comerciales personalizadas por categoría de producto en FIP



FIGURA 5. Tiendas diseñadas en FIP desde donde pueden verse los productos, consultar sus fichas técnicas, acceder a la presentación de la empresa, ver su web, poner videos personalizados, y/o acceder a chat bot directo a través de varias aplicaciones incluida WeChat.



5. DISCUSIÓN

Se destaca el hecho de que dos años después de la finalización del proyecto el 50% de las empresas participantes consiguieran la entrada en los mercados de China y Hong Kong, teniendo en cuenta la reducción de costes de acceso al conseguir establecer ese conocimiento de los socios potenciales y futuros importadores o distribuidores chinos colaboradores sin necesidad de viajar o incurrir en costes importantes. Las empresas que supieron aprovechar las vías de acceso mostraron tener, tras esta participación en el programa que sirvió como prospección de mercado y fue útil realmente para ver el potencial de estos nuevos mercados y tener acceso a información real por parte de los potenciales socios

(importadores/ distribuidores), interés en acceder a este mercado trabajando cada una de las oportunidades, enviando muestras de los productos solicitados y dando seguimiento a requerimientos desde el punto de vista de las certificaciones y logística que se les iban preguntando. La reflexión por tanto pasa por entender que la plataforma FIP sirve en un punto inicial como contacto entre empresas españolas y chinas para conocerse, establecer reuniones de trabajo reduciendo los costes que implicarían la asistencia a ferias, viajes de prospección o agendas de negocios con la intención de conocer de primera mano los principales actores en un sector.

6. CONCLUSIONES

En cuanto al objetivo principal observamos como la plataforma FIP contribuyó al éxito en la internacionalización de las empresas participantes en el mercado chino.

Para las empresas europeas que buscaban el acceso al mercado chino resultó clave la búsqueda de socios potenciales, importadores o distribuidores con interés en los productos de alimentación disponibles. En el mercado se localizaron empresas chinas con este perfil y que tengan, por tanto, un mayor conocimiento tanto de la industria como de la propuesta de valor diferencial que ofrece cada una de las empresas aragonesas que participan en este programa. Con el conocimiento profundo de las capacidades de nuestras empresas en cuanto a sus productos alimentarios así como sus propuestas en innovación se seleccionaron instituciones públicas y empresas privadas chinas abiertas a la cooperación internacional en este sector.

El mercado chino es altamente dinámico, surgen oportunidades cada momento y también se caen algunas que parecían serlo. Por este motivo resulta imprescindible tener una presencia permanente en el mercado que permita tener acceso a toda esta información. Otro rasgo muy importante de la cultura china es que valoran altamente las relaciones, y el tiempo que estas se cultivan. Con la participación en este programa a pesar de las dificultades de movilidad en tiempos de restricciones las

empresas tuvieron acceso a esta información viva y cambiante a través de la plataforma FIP, y además gracias a las tecnologías pudieron estar en contacto con los potenciales clientes, socios o colaboradores de nuestras empresas de forma que en el momento que se pudo recuperar la movilidad se encontraron en clara posición de ventaja frente a otras empresas que no trabajaron el mercado durante este tiempo (a partir de marzo de 2023 fueron potenciales compradores chinos y de Hong Kong los que visitaron nuestro país y los proveedores consiguiendo esa internacionalización con ventas recurrentes de sus productos hacia este mercado).

Nuestras empresas participantes en el proyecto FIP conocieron de primera mano las oportunidades que brinda el mercado chino, donde se encuentran, y su dimensión, quienes son las empresas chinas clave para el acceso, cuales son los planes gubernamentales chinos respecto a este sector y en qué líneas de productos concretos se sitúa la demanda (puesto que podemos afirmar que China es una economía política siendo este aspecto clave en la posibilidad de aprovechamiento de las oportunidades detectadas por parte de empresas extranjeras), y no solo disponer de listados actualizados que identifiquen los clientes potenciales con quien las empresas extranjeras podrían hacer negocios sino también poder interactuar virtualmente como primer paso con las empresas chinas en aras de construir una sólida relación a largo plazo como se vio en los meses posteriores que ocurrió con visitas a España por parte de estos compradores así como viajes de vuelta de las empresas que supieron aprovechar estos contactos para ir abriendo mercado y consolidar su posición comercial en uno de los países líderes mundiales.

Con respecto al objetivo secundario donde se creó un espacio de innovación abierta, se detectan preocupaciones por parte de la industria alimentaria (en concreto de las empresas participantes) y el entorno actual del sector energético con subidas de precios que impactan directamente en sus cuentas de resultados. En este sentido, y debido a estas conclusiones se consigue establecer otra propuesta de trabajo haciéndola extensible a un mayor número de empresas del sector alimentario y, al amparo

de otro programa que también contó con ayuda pública, se enmarca “Estrategias de innovación abierta para impulsar proyectos colaborativos y la sostenibilidad medioambiental en sectores que son grandes consumidores de energía, con alto nivel de automatización y gran cantidad de generación de residuos”. Este nuevo proyecto que surgió de la interacción de las cuatro empresas participantes, así como las dos AEIs alimentarias, empresas y agentes externos se gesta a partir de la canalización de las cuestiones que mayoritariamente preocupaban a las compañías españolas en el contexto actual post covid a finales del año 2022. Uno de los éxitos por tanto del proyecto FIP expuesto es la descripción de los ejes fundamentales para presentar el nuevo programa denominado CECV4INNOVATIVEBUSINESS, Programa realizado con la subvención de la Conselleria d’Economia Sostenible, Sector Productius, Comerç i Treball. Expediente INENTI/2022/34.

Con un enfoque claro hacia la innovación, se planteó en este caso la colaboración entre empresas en proyectos estratégicos alineados con la convocatoria PERTE² para ofrecer posibles soluciones a problemas de la industria en general y que contribuirá a la mejora de su competitividad fundamentalmente en:

- Integración de renovables
- Eficiencia energética
- Valorización de residuos
- Aplicación de tecnologías digitales

Como principales problemas que pueden encontrarse en estas empresas se observa:

- Necesidad de ahorro de energía
- Mejora de eficiencia energética

² “Son un nuevo instrumento de colaboración público privada en los que colaboran las distintas administraciones públicas empresas, empresas y centros de investigación. Su objetivo es impulsar grandes iniciativas que contribuyan claramente a la transformación de la economía española” (Miteco, 2024).

- Valorización energética o utilización de residuos (economía circular)

En un entorno empresarial donde sigue preocupando la factura energética la pregunta a resolver en este caso es: ¿Qué soluciones pueden adoptar las empresas de energía miembros del clúster de energía de la Comunidad Valenciana que puedan beneficiar a las empresas que son grandes consumidores de energía, con alto nivel de automatización y gran cantidad de generación de residuos?. Estos resultados serán recopilados para su análisis aportando soluciones concretas que pueden implantarse de forma real y que conseguirán ahorros de costes y mejora de competitividad de empresas en el sector alimentario. A los efectos de recopilación de conclusiones para este estudio el hecho de que las acciones planteadas en el espacio creado como Open Innovation en la plataforma FIP hayan derivado en otro programa con propuestas concretas de ayuda a la industria alimentaria ya es un éxito en sí mismo.

Para futuras líneas de trabajo a partir de las conclusiones de este proyecto se recomienda profundizar más en las posibilidades de la aplicación de herramientas de inteligencia artificial dentro de la plataforma FIP, por ejemplo con programas que sean capaces de tratar una gran cantidad de datos y dar respuestas inmediatas a las consultas que efectúen las empresas participantes en áreas de internacionalización como podría ser conocer exportaciones o importaciones a un país concreto de una partida arancelaria, conocer los requisitos en destino para etiquetas de productos y qué información debe contener, quienes son los principales importadores o distribuidores para un producto concreto, e incluso poder acceder a espacios de realidad aumentada para mostrar la propuesta de catálogo a comercializar en mercados exteriores. Tendremos en cuenta que la IA generativa ayuda a los líderes a hacer tareas correctamente, pero es absolutamente necesario que el líder invierta en desarrollo de sus habilidades blandas ya que es el único capaz de tomar las decisiones correctas y no solo hacer las cosas correctamente. Las empresas somos personas y los líderes tienen que seguir esforzándose en entender y empatizar con

las personas para mejorar el ambiente y productividad de sus equipos y, en consecuencia, que repercuta en mejoras de competitividad de las empresas. En resumen resaltar que se demostró la utilidad de la herramienta en la mejora de competitividad de las empresas y consecución de objetivos de internacionalización, como futuras líneas de trabajo podría establecerse la creación o diseño de nuevas plataformas como una herramienta que podría implementarse en otros sectores como moda/textil/retail donde España también es líder en fabricación y cuenta con alta reputación en mercados internacionales.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Este proyecto se enmarca en el expediente PROYECTO INMERSIVE FOOD PLATFORM (AEI-010500-2021b-55), y contó con Fondos Europeos Next Generation³ dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, a través del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España.

8. REFERENCIAS

Acevedo Nieto, Javier (2022). Una introducción al metaverso: conceptualización y alcance de un nuevo universo online. *adComunica. Revista Científica de Estrategias, Tendencias e Innovación en Comunicación*, no24. Castellón de la Plana: Departamento de Ciencias de la Comunicación de la Universitat Jaume I, 41-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.6035/adcomunica.6544>.

ADIL: Andalucía Digital Innovation Leadership (2023). *Liderazgo Artificial Intelligence Leaders, Newsletter 3.0: Artificial Intelligence Leaders*.

³ En julio de 2020, el Consejo Europeo acordó un instrumento excepcional de recuperación temporal conocido como Next Generation EU (Próxima Generación UE) dotado con 750.000 millones de euros para el conjunto de los Estados Miembros. El Fondo de Recuperación garantiza una respuesta europea coordinada con los Estados Miembros para hacer frente a las consecuencias económicas y sociales de la pandemia. Los fondos pueden utilizarse para conceder préstamos reembolsables por un volumen de hasta 360.000 millones de euros y transferencias no reembolsables por una cantidad de 390.000 millones de euros (Agencia Tributaria española, 2024).

- Agencia Tributaria española (2024). <https://www.hacienda.gob.es/es-ES/CDI/Paginas/FondosEuropeos/Fondos-relacionados-COVID/Next-Generation.aspx>
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting From Technology*. Harvard Business School Press. ISBN: 9781578518371
- Galindo Martin, M.A. (2008), “Diccionario de Economía Aplicada: Política económica, economía mundial y estructura económica”. Editorial Ecobook.
- González, L.N. (2023). “El impacto de la inteligencia artificial en los negocios”. Vol. 25 Núm. 25 (2023): Tecnología, educación y prácticas culturales: gestión y participación para la inclusión social. Sección: Dossier de trabajos de investigación.
- ICE Boletín Económico 3099 (2018). “LA SOSTENIBILIDAD COMO HERRAMIENTA DE INTERNACIONALIZACIÓN: NUEVAS OPORTUNIDADES PARA LAS EMPRESAS”.
- Infobae (2023). “Quiénes son los líderes globales que participan en la cumbre más importante de Inteligencia Artificial”.
<https://www.infobae.com/america/mundo/2023/11/01/quienes-son-los-lideres-globales-que-participan-en-la-cumbre-mas-importante-de-inteligencia-artificial/>
- Inteligencia Artificial (2024). Real Academia de la Lengua Española.
- Knowmad mood (2023). “La Inteligencia Artificial y su impacto en la sociedad: 15 avances y aplicaciones en la vida real”.
<https://www.knowmadmood.com/es/blog/ia-y-su-impacto-en-la-sociedad>
- Luis Miguel Garay Gallastegui. 2022. “Inteligencia artificial:El futuro de las empresas y las personas. Cómo y por qué incorporar inteligencia artificial al emprendimiento empresarial”. Publisher Zenodo. Published in Revista Difusiones, 25(25), 161, ISSN: 2314-1662, 2023. Imprint 153-161. Jujuy, Argentina.
- McKinsey Global Survey (2023), “El estado de la IA en 2023: el año clave de la inteligencia artificial generativa”. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/el-estado-de-la-ia-en-2023-el-ano-clave-de-la-ia-generativa/es>
- MIT (2024). Los cuatro desafíos que enfrentan los líderes de IA.
<https://professionalprograms.mit.edu/es/blog/mit-pe-es/los-cuatro-desafios-que-enfrentan-los-lideres-de-ia/>
- Miteco (2024). PERTE. <https://www.prtr.miteco.gob.es/es/perte.html>

- Porter, M. (2015). “Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia”. Grupo Editorial Patria.
- Real Academia de Lengua española (2024).
- Ricardo, D. (1817): “Principios de economía política y tributación”. Ediciones Orbis, 1985.
- Smith, A. (1776), “La Riqueza de las Naciones”. Alianza Editorial, 2001.
- Unesco (2023). “Ética de la Inteligencia Artificial”.<https://www.unesco.org/es/artificial-intelligence/recommendation-ethics>
- Xataka (2024). “Google Gemini: qué es, cómo funciona, diferencias con GPT y cuándo podrás usar este modelo de inteligencia artificial”.
<https://www.xataka.com/basics/google-gemini-que-como-funciona-diferencias-gpt-cuando-podras-usar-este-modelo-inteligencia-artificial>

LA DIVERSIDAD DE LOS *INFLUENCER* VIRTUALES: ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE SU PARTICIPACIÓN EN REDES SOCIALES

MÓNICA PÉREZ-SÁNCHEZ
Universidad de Guanajuato, México

JAVIER CASANOVES-BOIX
Universitat de València (España)

MÓNICA ISABEL MEJÍA ROCHA
Universidad de Guanajuato, México

1. INTRODUCCIÓN

El **marketing de *influencers*** ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado por la revolución digital y el auge de las redes sociales (Rachmad, 2024), creciendo también rápidamente en términos económicos hasta convertirse en una industria de 17.400 millones de dólares en 2023 (Beichert, Bayerl, Goldenberg y Lanz, 2024). Así, Martín, Solano, Serrano y Medina (2022) resaltan la importancia de los *influencers* en los hábitos de consumo de la *Generación Z*, lo que conlleva a que las marcas intenten establecer relaciones comerciales con ellos para conectar con su mercado y su público. Más aún, según un estudio de *Clever Real Estate*, el 44,7% de los usuarios de Internet en Estados Unidos entre 18 y 34 años han comprado un producto o servicio recomendado por un *influencer* (Design Brewery, 2023). Por tanto, las empresas deben tenerlos en cuenta como estrategia de marketing (Lou y Yuan, 2019).

Focalizando nuestra atención en los ***influencers* virtuales**, Zhou, Yan y Jiang (2024) los consideran como personajes generados por

computadora con presencia en las redes sociales. Ejemplos de personas influyentes digitales incluyen *youtubers*, *bloggers*, íconos de las redes sociales y otras celebridades *online* (Aw, y Chuah, 2021). Al igual que los *influencers* humanos, éstos ejercen una influencia significativa en las redes sociales e interactúan con audiencias *online* (Moustakas, Lamba, Mahmoud y Ranganathan, 2020). Con ello, Leung, Zhang y Palmatier (2022) exponen que las iniciativas de marketing de *influencers* requieren que las empresas seleccionen e incentiven a *influencers online* para que interactúen con sus seguidores en las redes sociales en un intento de promover las ofertas de las empresas. Así pues, empresas como Calvin Klein, Ikea, KFC, Porsche, Prada, Samsung o Unilever ya están utilizando *influencers* virtuales en sus campañas (Baklanov, 2019). Sin embargo, la literatura sobre éstos está todavía en fase incipiente (Melnychuk, Arasli y Nevzat, 2024).

Y, en términos de **redes sociales**, Palao (2020) expone que, en un entorno cambiante como la publicidad, es vital adelantarse a los nuevos escenarios y cada vez más las empresas invierten en marketing digital y en redes sociales. Así, el 65% de los *Millennials* expresan una fuerte inclinación a comprar un producto o servicio si es altamente recomendado por un amigo en redes sociales (Design Brewery, 2023). Con ello, Martínez, Anaya, Fernández y López (2020) argumentan que las acciones de marketing de *influencers* se llevan a cabo principalmente en plataformas sociales, por ejemplo, Facebook, Instagram y Twitter (en la actualidad, renombrada como “X”). Y, específicamente en Instagram, Jin, Muqaddam y Ryu (2019) enfatizan que los consumidores expuestos a las publicaciones de marcas de celebridades en dicha red social, perciben que la fuente es más confiable, muestran una actitud más positiva hacia la marca respaldada y sienten una presencia social más fuerte que aquellos consumidores expuestos a publicaciones de marcas de celebridades tradicionales. Por último, según un informe de Forbes (2023), los *influencers* virtuales pueden llegar a facturar cerca de 9.000 euros por publicación en la red social “Instagram”. Este crecimiento refleja la importancia y el impacto que los *influencers* virtuales tienen en las decisiones de compra de los consumidores y en la visibilidad de las marcas.

En el escenario descrito, los objetivos del presente trabajo pasan por (I) reconocer las distintas categorías de los *influencers* virtuales que hay en la actualidad, (II) distinguir los parámetros de una de dichas categorías, y (III) conocer la cantidad de reacciones, interacciones y audiencia de varios *influencers* en dicha categoría en una red social específica, Instagram. Con ello, se considera que este trabajo puede ayudar en la consolidación de las bases que permiten la comprensión del uso de *influencers* virtuales como estrategia de marketing. Los resultados logrados pueden orientar a las agencias creativas, a los *marketers* y a los especialistas en marketing de *influencers*, respecto de los avances y los desafíos en el tema.

1.1. LA IMPORTANCIA DEL INFLUENCER

Hablando del **significado de “influencer”**, Del Pino, Castelló y Ramos (2013) exponen que la reputación de una marca está, hoy más que nunca, en manos del consumidor (*crosumer*, *prosumer*, *persumer* y *fansumer*) y, con ello, Martínez y Del Pino (2015) enfatizan que los anunciantes, al ser conscientes de esta realidad, han extrapolado el recurso a expertos, líderes de opinión o famosos como estrategia de apostolado, de cara a aprovechar el gran poder de prescripción y recomendación que tienen estos testimoniales. Por su parte, Khamis, Ang y Welling (2017) afirman que un *influencer* es un especialista en marca personal, el cual cultiva una imagen pública única visible a través de su presencia *online*. Pérez y Clavijo (2017) lo consideran un activo clave en la estrategia de comunicación *online*. Curiel y Ortiz (2018) explican que son individuos con una reputación digital reconocida, los cuales publican contenido en sus redes sociales para ser leído por miles de personas, a la vez que actúan como líderes que promueven el consumo para un grupo de seguidores. Sanahuja (2020) indica que no es sorprendente que mucha gente asuma naturalmente que los *influencers* son celebridades y que sólo las celebridades pueden influir de manera efectiva, aunque el autor considera que ello está lejos de la verdad. Y, Castillo, Pérez y Civila (2022) enfatizan que es un individuo con un gran número de seguidores, capaz de captar y mantener la atención y el compromiso de un grupo de personas.

En términos de Marketing y Comunicación, la sobreexposición publicitaria ha provocado que los canales promocionales tradicionales pierdan su eficacia y se dirijan esfuerzos hacia la búsqueda de nuevos formatos para alcanzar a los consumidores de un modo no intrusivo, siendo la figura del *influencer* una herramienta estratégica utilizada por las marcas que ha generado un gran impacto económico en muchos sectores (Marcos, Marín y Zambrano, 2021). Así, Hwang y Zhang (2018) señalan que el *influencer* es una figura bien estudiada. Según González, Curiel y López (2020), son muchos los estudios en redes sociales los que afirman que la mayoría de los usuarios siguen a los *influencers* para tomar decisiones de compra o inspirarse. Martínez (2013) expone que la figura del *influencer* tiene su origen en la aparición de la Web 2.0, aunque los foros y *blogs* también tuvieron mucha repercusión en su crecimiento exponencial. Con ello, Gräve y Greff (2018) exponen que una de las preguntas más apremiantes en el marketing de *influencers* es saber cómo medir el éxito. Por ello, plantean la importancia de generar métricas adecuadas para llevar a cabo un buen análisis y control de las actividades relacionadas por los *influencers* con los que cada marca trabaje. Y, Vodák, Cakanova, Pekar y Novysedlak (2019) opinan que el marketing de *influencers* es un fenómeno muy interesante porque desplaza la balanza del poder hacia cualquier parte del sujeto que tenga la capacidad de compartir algo.

Con todo ello, y una vez visualizada la importancia y continuo crecimiento de la figura del *influencer*, se debe abordar también la posible consideración de intenciones que podría repetir el *influencer* virtual. En el apartado siguiente se especifican más detalles.

1.2. EL INFLUENCER VIRTUAL, NUEVO FENÓMENO DIGITAL

Los *influencers* virtuales representan una evolución natural de los *influencers* tradicionales, pero son la clara distinción de su origen, basado en lo artificial. Mas aún, representan la suma de tecnologías, al grado de evolucionar como fenómeno y dar lugar a *influencers* virtuales caricaturescos y no antropomórficos (Carrillo, García y Corzo, 2023). Aunque

no existe una clasificación universalmente aceptada en la literatura científica, una de las más completas fue propuesta por Arsenyan y Mirowska (2021), quienes categorizaron a los *influencers* virtuales basándose en su apariencia y origen, siendo: (1) CGI (Imágenes Generadas por Computadora) de aspecto humano; (2) CGI de aspecto caricaturesco; (3) Ilustraciones 2D; y (4) Generados por IA. Según Arsenyan y Mirowska (2021), hoy en día existen más de 200 *influencers* virtuales en las distintas plataformas digitales. Y quizás el número se ha duplicado, pues tal y como señalan Thomas y Fowler (2021), la cantidad de *influencers* virtuales aumenta con el paso del tiempo, o al menos así ha sido en los últimos años.

La considerada “pionera” en el origen de los *influencers* virtuales es Lil Miquela, *influencer* virtual creada en 2016 por Trevor McFedries y Sara Decou (Arsenyan y Mirowska, 2021). Así, se ha comprobado que desde que la *influencer* virtual llegó a las redes sociales, causó tal furor que su fama fue aumentando hasta llegar a los 2,5 millones de seguidores en Instagram. De forma inminente, se originaron más *influencers* virtuales por diversas agencias creativas y tecnológicas en diversas partes del mundo, tales como “imma.gram”, “kyraonig” o “rozy.gram”, entre otros. Desde entonces, investigadores como Carrillo, García y Corzo (2023) han examinado los aspectos clave que les caracterizan, tales como la apariencia mostrada, su diseño o sus estrategias de contenido utilizadas. Además, observaron la interacción entre los *influencers* virtuales y sus seguidores, y el impacto que éstos logran en las campañas de marketing. Y su estudio debe continuar, pues tal ha sido la expansión de estos entes digitales que es hoy un fenómeno (Corrales, Coque y Brazales, 2017). Finalmente, Looi y Kahlor (2024) exponen que los *influencers* virtuales pueden ofrecer a los anunciantes un mayor control creativo y generar una mayor participación que los *influencers* humanos.

En términos de Marketing y Comunicación, el estudio de los *influencers* virtuales y su impacto en los seres humanos se ha convertido en un tema de creciente interés para los investigadores en marketing y

psicología social (De la Piedra y Meana, 2017; Riera y Carbonell, 2018; Martín, Sastre y Martín, 2022).

Un aspecto particularmente relevante es la percepción de autenticidad y la posible falsedad asociada a estos personajes digitales (Lou, Kiew, Chen, Lee, Ong y Phua, 2023). Dans (2019) señala que existen preocupaciones significativas en el marketing de *influencers* relacionadas con la creación de una realidad falsa, que puede dar lugar a estilos de vida ficticios e incluso a la existencia de seguidores falsos, como se documenta en el documental de HBO de 2021 "*Fake Famous*". Así pues, estos llamados "falsos ídolos" deben observarse continuamente para destacar aquello que mejor encaja con el ser humano, e indagar en que forma lograr interactuar con las personas que les observan. Y, más aún cuando los personajes que actúan como *influencers* virtuales son tan variados (Sands, Campbell, Plangger y Ferraro, 2022).

La investigación en este campo ha revelado patrones interesantes en la interacción humano-avatar. Diversos estudios han demostrado que las personas pueden generar reacciones negativas cuando se enfrentan a robots o avatares con apariencia y habilidades cognitivas similares a las humanas (MacDorman, 2019; Stein, Liebold y Ohler, 2020). Este fenómeno se relaciona con el concepto del "*Uncanny Valley*", el cual sugiere que la afinidad hacia entidades no humanas decrece a medida que éstas se acercan a una apariencia más humana, pero sin alcanzar una similitud perfecta (Gutuleac, Baima y Rizzo, 2023). Otros investigadores han profundizado en este fenómeno, confirmando que cuanto más humano pretende parecer un robot o avatar, más negativa tiende a ser la percepción por parte de los observadores humanos (Katsyri, Förger, Mäkäräinen y Takala, 2017; Mathur, Reichling, Lunardini, Geminiani, Antonietti, Ruijten, y Riek, 2020; Wiese y Weis, 2020).

Más aún, Gutuleac, Baima, Rizzo y Bresciani (2024) extendieron estos hallazgos a otros entes digitales, corroborando que la afinidad tiende a decrecer a medida que estos se asemejan más a los seres humanos. Estos hallazgos tienen implicaciones significativas para el diseño y la

implementación de *influencers* virtuales en estrategias de marketing. Los autores sugieren, por tanto, que es necesario encontrar un equilibrio delicado entre la apariencia humana y la artificialidad reconocible para maximizar la aceptación y la eficacia de estos personajes digitales en las campañas publicitarias y de influencia social. Y, Carrillo, García y Corzo (2023) consideran que las características de los *influencers* virtuales les permiten ofrecer ventajas únicas a las marcas, tales como la posibilidad de controlar completamente la imagen y el mensaje del *influencer*, así como la capacidad de crear personajes que se alineen perfectamente con los valores y la estética de la marca.

Tal como se puede observar, existen aproximaciones sobre la percepción y aceptación/rechazo de los *influencers* virtuales más parecidos a los seres humanos, pero es importante preguntarse, cuando el *influencer* virtual tiene una figura no parecida a un ser humano, ¿Cómo es percibido? ¿Es aceptado como *influencer* virtual? ¿Interactúa, como los otros *influencers* virtuales, con los seres humanos internautas? De estas preguntas nace este trabajo de investigación, que a través de diversas técnicas y herramientas es posible ampliar el espectro del estudio sobre los *influencers* virtuales.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Indagar en la percepción del *influencer* virtual CGI de aspecto caricaturesco, con un antropomorfismo modificado evidente ante el ser humano internauta, para conocer las posibilidades que tiene este tipo de *influencer* virtual de ser exitoso en el marketing digital.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer las distintas categorías de los influencers virtuales.
- Distinguir los parámetros de la categoría CGI de aspecto caricaturesco.
- Observar la cantidad de reacciones e interacciones a partir de

- la publicación de contenido del influencer virtual.
- Conocer a la audiencia de esta categoría de influencer.

Los objetivos logrados permitirán realizar una previsión de éxito del *influencer* virtual CGI de aspecto caricaturesco, que por su singularidad y rareza puede llamar la atención, pero el paso hacia las interacciones puede, o no, suceder. Este trabajo procurará resolver las preguntas de investigación sobre el tema a través de la obtención de datos relacionados en la red social “Instagram”.

La composición de los resultados implicará la observación de la diversidad en el fenómeno de los *influencers* virtuales, exponiendo argumentos a manera de conclusión. Asimismo, se expondrán las limitaciones de este trabajo que, con nuevos métodos y *software* especializado, otro investigador podrá dar continuidad a este estudio. Asimismo, se sugerirán futuras líneas de investigación.

3. METODOLOGÍA

El diseño empírico de corte descriptivo se concreta a partir del empleo de un análisis netnográfico para conocer el bullicio en las redes sociales, el cual implica el reconocimiento de las interacciones logradas con el ser humano internauta a partir del contenido publicado por el *influencer* virtual. Para comprender el alcance del análisis netnográfico, la explicación inicia considerando la definición de la netnografía, propuesta por Kozinets (2010), el cual la define como “una metodología de investigación cualitativa que adapta las técnicas de la etnografía al estudio de las comunidades y culturas que emergen a través de las comunicaciones mediadas por ordenador”.

Esta metodología permite a los investigadores observar e interpretar las interacciones sociales en entornos digitales, proporcionando una comprensión profunda de los comportamientos, valores y dinámicas de los grupos *online* (Costello, McDermott y Wallace, 2017). Según Mkono y Markwell (2014) la netnografía se ha convertido en una herramienta

valiosa para estudiar fenómenos sociales en el contexto digital, permitiendo a los investigadores acceder a datos auténticos sobre las experiencias y percepciones de los usuarios *online*.

Para implementar la netnografía, Turpo (2008) sugiere seguir dos fases determinadas (fase automática y fase manual), combinando la información proporcionada por las computadoras con el trabajo natural de interpretación de los investigadores. Al seguir su sugerencia, en el contexto de este estudio sobre *influencers* virtuales en Instagram, la metodología netnográfica se aplica de la siguiente manera:

Primera fase

Recolección de datos (fase automática). Se realiza un *web scraping* para obtener datos no estructurados de la red social “Instagram”, reconocida por su popularidad mundial (Statista, 2024), por ser la plataforma donde más jóvenes se reúnen por saber qué están haciendo otros, por documentarse, por el buen rollo y por su creatividad (Sheldon y Bryant, 2016). Instagram es también una de las plataformas donde se ha producido el mayor despliegue del *influencers* virtuales (Jhawar, Kumar y Varshney, 2023) para realizar el análisis de contenido y visualizar las interacciones y respuestas emitidas por los seguidores humanos en las publicaciones de *influencers* virtuales.

Utilizando la herramienta *PhantomBuster* para realizar el *web scraping* se pueden identificar patrones y tendencias en las respuestas de la audiencia, lo que permite una comprensión más profunda de las percepciones y actitudes de los seguidores hacia estos *influencers* virtuales (Arsenyan y Mirowska, 2021).

Segunda fase

La intervención humana a través de la identificación y colección de forma artesanal, de cara a destacar aquellos que respondan las preguntas de investigación.

La combinación de la técnica automática con el análisis manual permite obtener una visión holística de las dinámicas de interacción entre los *influencers* virtuales y sus seguidores humanos en Instagram, proporcionando datos valiosos para comprender este fenómeno emergente en el marketing digital.

Este análisis se divide en tres momentos, siendo: (I) reconocer todas las categorías de *influencers* según la clasificación de Arsenyan y Mirowska (2021); (II) Observar los *influencers* virtuales CGI de aspecto caricaturesco; (III) Observar la cantidad de reacciones e interacciones a partir de la publicación de contenido del *influencer* virtual. Los tres momentos de este análisis se llevaron a cabo consecutivamente los meses abril, mayo y junio de 2024.

4. RESULTADOS

I. Reconocer las distintas categorías de los *influencers* virtuales que hay en la actualidad

Se recogieron 70.472 datos a través del *web scraping* para reconocer los *influencers* más populares que se encuentran en Instagram. Así, se localizaron 24 personajes que se presentan a sí mismos como *influencers* virtuales, o en algunas excepciones son presentados así por su agencia. Todos ellos superan los 100.000 seguidores, 10 de los cuales superan el millón de *followers*.

Para reconocer todas las categorías de *influencers* según la clasificación de Arsenyan y Mirowska (2021), se enuncian a continuación los nombres de los *influencers* más populares:

1. CGI (Imágenes Generadas por Computadora) de aspecto humano: Lil Miquela (@lilmiquela), Imma (@imma.gram), Shudu (@shudu.gram), Kyra (@kyraonig), Rozy (@rozy.gram), Blawko (@blawko22), Here.me.Lucy (@here.me.lucy), Soyamar (@soyamar.ia), Binxie (@itsbinxie), Aliza Rexx (@alizarexx), Koffi (@koffi.gram), Knox Frost (@knoxfrost) y Amara (@amara_gram).

2. CGI de aspecto caricaturesco: Noonoori (@noonoori), Bermuda (@bermudaisbae), Barbie (@barbiestyle), Any Malu (@anymalu_real), Nobody Sausage (@nobodysausage), Casas Bahia (@casasbahia), The Good Advice Cupcake (@thegoodadvicecupcake), Minnie Mouse (@minniemouse), Dinossarro (@dinossarro102), Aff the Hype (@affthehype), Senhor Alguém (@senhoralguem), FriendsWithYou (@friendswithyou), Dayzee (@therealdayzee), Ghost Kidz (@ghostkidz), Gudetama (@gudetama) y Laila (@chasing.laila).
3. Ilustraciones 2D. Magazine Luiza (@magazineluiza), Any Malu (@anymalu_real), Tubby Nugget (@tubbynugget) y Dinossarro @dinossarro102.
4. Generados por IA: Aitana @fit_aitana, Alba Renai @albarenai y AI Angélica @ai_angelica.

Los *influencers* virtuales que aparecen en las listas son algunos de los más representativos, basándonos en la cantidad de seguidores que han logrado específicamente en la red social “Instagram”.

II. Observar específicamente los *influencers virtuales* CGI de aspecto caricaturesco

Estos *influencers* virtuales se caracterizan por una imagen claramente digitalizada, con acabado de caricatura, aunque siempre con movimientos humanos, pero en algunos casos éstos son elásticos y/o exagerados en su expresión y acabado plástico.

La gran mayoría son reconocidos por sus seguidores como figuras caricaturescas. No dejan lugar a duda, por tanto, que las interacciones con ellos se manifiestan entre una figura ficticia y un ser humano. Los internautas humanos no dudan de la inexistencia del personaje. Al contrario, lo aceptan e incluso son atraídos por la forma en la que están parcialmente humanizados.

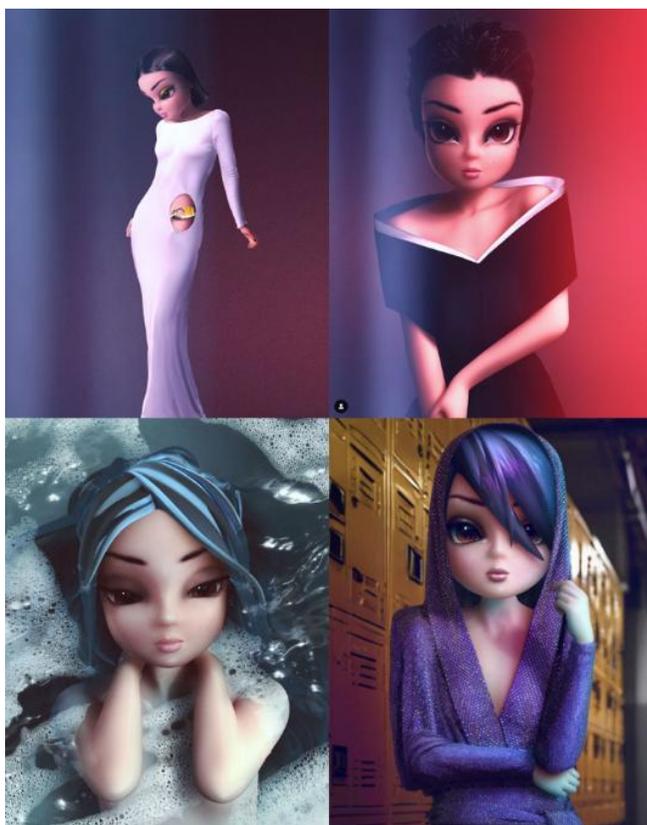
III. Observar la cantidad de reacciones e interacciones a partir de la publicación de contenido específicamente del *influencer* virtual CGI de aspecto caricaturesco

El análisis del *influencer* virtual CGI de aspecto caricaturesco ha arrojado a diversos personajes, de entre ellos se destacan para este trabajo dos de alta popularidad (Noonoori y Guggimon), los cuales han sido elegidos a través de la técnica de muestreo aleatorio simple. Sobre estos dos *influencers* se recogieron sus datos específicos a través del *web scraping* realizado. Noonoori y Guggimon serán presentados a continuación, en el orden que son enunciados.

Noonoori actúa como modelo y ha logrado convenios con distintas marcas internacionales. Esta *influencer* virtual CGI de aspecto caricaturesco es reconocida en Instagram como @noonoori. Su cuenta en Instagram cuenta con 464 mil seguidores a partir de 1856 publicaciones. Ha logrado convenio con diversas marcas de lujo premium, ha aparecido en mancuerna con *influencers* y *celebrities* humanos.

El contenido que publica y su imagen ha ido mutando lentamente, abarcando diversos temas de interés (como moda e imagen, momentos de relajación e incluso de acción) para la audiencia que la sigue. En este continuo cambio, ha sido también considerada activista por su contenido relacionado a la apreciación del medio ambiente y su cuidado, con tintes de preocupación por la sostenibilidad del planeta. Las respuestas que logra de la audiencia contienen adulación. La Figura 1 muestra la fisonomía del personaje y algunas de sus imágenes promovidas en su perfil de Instagram.

FIGURA 1. Noonouri en Instagram



Fuente: Noonouri [Instagram]
<https://www.instagram.com/noonouri/>

Por su parte, Guggimon llama mucho la atención, ya que con sólo 36 publicaciones cuenta ya con 1,3 millones de seguidores, y sus publicaciones han sido vistas miles de veces, algunas incluso llegan al millón y medio de reproducciones y visitas. Este *influencer* virtual publica contenido categorizado como comedia, el cual le otorga protagonismo a su postura malhumorada, sarcástica y oscura. Incluye, además, ápices violencia, abuso y rechazo. Más aún, se relaciona con otros personajes de postura y estilo parecidos, pero físicamente diferentes, todos en una presentación caricaturesca. Comúnmente, en el contenido que publica, hay al menos un personaje violento y uno violentado.

Utiliza diversos *hashtags* como #prank, #prankfail, #comedy o #slytherin, entre otros. A través de éstos muestra el consumo de productos para adultos como bebidas, programas televisivos, armas, y comportamientos sorpresa comúnmente violentos. Las respuestas de los internautas continúan el sarcasmo, las bromas o cuestionan lo que suceden en las imágenes y videos. La violencia esta normalizada en este perfil y es aceptada por su público. La Figura 2 muestra la fisionomía del personaje y algunas de sus imágenes promovidas en su perfil de Instagram.

FIGURA 2. Guggimon en Instagram



Fuente: Guggimon [Instagram]
<https://www.instagram.com/guggimon/>

De cara a conocer de forma más acertada y específica las interacciones dentro de los dos perfiles de los *influencers* virtuales comentados, se recogieron datos específicos de 20 publicaciones elegidas al azar en sus cuentas de Instagram. La Tabla 2 muestra sintéticamente los resultados del *web scraping* realizado sobre los dos *influencers* elegidos.

TABLA 2. Análisis comparativo de dos perfiles de IV CGI de aspecto caricaturesco

Analyzed Aspect	Noonoouri	Guggimon
Adjetivos calificativos positivos	600 (e.g., "adorable", "divertida", "creativa")	400 (e.g., "cool", "original", "loco")
Adjetivos calificativos negativos	150 (e.g., "infantil", "exageradal")	800 (e.g., "raro", "confuso")
Promedio de republicaciones por post:	1,800	2.000
Promedio de comentarios por post:	1,200	1.500
Promedio de "me gusta" por post:	60.000	80.000
Promedio de reacciones con emojis por post:	4.000	3.000
Interes en los objetos o actividades que realiza el <i>influencer</i> virtual:	60% of comments	50%
Preguntas sobre le lugar donde se encuentra el <i>influencer</i>	10% of comments	15%
Total 520 elements		

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recogidos

Nota: los participantes en las audiencias de estos influencers virtuales tienen en promedio: (1) Origen: 60% Norte America, 20% Europa, 15% Asia, 5% otros; (2) Edad: 70% entre 18-34 años, 20% entre 35-44 años, 10% otros; (3) Perfiles que publica información similar en sus cuentas: 30% de los seguidores activos; y (4) Perfiles que publican información diferente en sus cuentas: 70% de los seguidores activos.

Los datos que destaca la Tabla 2 son (1) la cantidad de reacciones y reproducciones a partir de la publicación del *influencer* virtual y (2) aquellas personas que les siguen y reconocen su postura, las cuales participan emitiendo comentarios que califican el contenido publicado. Dichas calificaciones pueden ser positivas (estando de acuerdo y con agrado por la publicación), negativas (en desacuerdo y con total desagrado) o, como ciertas excepciones, cuestionando la existencia del propio *influencer*. Por último, se destaca también la población que participa siguiendo a estos *influencers* virtuales, mayoritariamente correspondientes a la *Generación Centennials*, seguidos por personas que corresponden a la cohorte generacional de los *Millennials*.

5. DISCUSIÓN

La investigación en marketing es necesaria para seguir indagando respecto a los efectos de la presencia del *influencer* virtual en la vida y en el consumo de productos y servicios por parte de los seres humanos. Este trabajo, por tanto, se une a las intenciones Da Silva y Chimenti (2021), quienes confirman que en que el estudio de los *influencers* virtuales se tienen diversas oportunidades de análisis, las cuales pueden manifestarse a través de diversos métodos, formas de aproximación, perspectivas e incluso en campos de conocimiento.

Este trabajo coincide, además, con el planteamiento de cuestiones éticas como las de Carrillo, García y Corzo (2023), los cuales se basan en la autenticidad percibida por los seguidores y la posible manipulación de la audiencia. Se considera, por tanto, que dichos aspectos deben ser reflexionados por los profesionales de marketing y los investigadores en el campo de la comunicación digital, para que a través de sus estudios puedan advertir a los creadores de los *influencers* virtuales y también a los de contenido sobre los posibles efectos causados en la audiencia y, más específicamente, en el consumidor del contenido digital.

Por último, se destaca la importancia de las generaciones *fans* de los *influencers* virtuales (*Centennials* y *Milennials*), ambas ahora digitales, que de acuerdo con Statista (2024) representan a la mayor cantidad de usuarios en las redes sociales más populares del planeta, siendo cada vez mayor. Además, es importante observar y analizar el tiempo que pasan conectados diariamente a dichas redes sociales, debido principalmente a cuestiones relativas a la autenticidad percibida, la seguridad, la manipulación y las distintas cuestiones éticas.

6. CONCLUSIONES

Este estudio ha permitido hacer un repaso de los aspectos relacionados a la figura del *influencer* para destacar sobre la importancia de su participación en el marketing de *influencers*. El marketing de *influencers* es

un sector ya maduro a nivel global, madurez lograda a causa de la participación de las audiencias, la fortaleza de sus comunidades y, sobre todo, la participación del *influencer* humano, pero tal como lo indican Huders y Lou (2022), aunque mucho se ha estudiado faltan preguntas por responder.

A este sector se unieron diversos personajes que se presentan en las redes sociales también como *influencers*, y como ya se ha observado, están presentes entre los más populares. Estos personajes, como explican Da Silva y Chimenti (2021) son un ente digital que fue creado, realísticamente a través de imágenes generadas por computadora (GCI) u otros recursos; y constituye en su representación las orientaciones comerciales sutilmente buscadas a favor de esa marca u organización comercial.

Los *influencers* virtuales se expanden presentándose con una diversidad amplia de posibilidades visuales y, sea cual sea su representación, ante los ojos del ser humano generará un impacto (Arsenyan y Mirowska, 2021). Por ello, conviene seguir su estudio y tratar de comprender sus efectos entre los internautas más activos en las redes sociales. Es tal la variedad de representaciones de *influencers* virtuales, que su expansión es reconocida por diversos autores (Arsenyan y Mirowska, 2021; Carrillo, García y Corzo, 2023). A medida que se estudia esta variedad de *influencers* virtuales se logran clasificaciones cada vez más finas, lo cual permite a su vez que las investigaciones realizadas sean cada vez más especializadas.

Finalmente, como limitaciones y futuras líneas de investigación, esta investigación se ha basado en dos de los *influencers* virtuales más populares (Noonouri y Guggimon), considerándose interesante añadir otros *influencers* virtuales de categorías adicionales para realizar comparativas. Además, se ha realizado el análisis específicamente en la red social “Instagram”, considerándose a futuro extender el estudio a otras redes sociales para realizar comparativas. Más aún, el estudio diseñado ha sido puramente cualitativo, considerándose interesante complementarlo con otro de carácter cuantitativo. Se considera interesante también, a futuro,

poder realizar comparativas entre *influencers* humanos y virtuales, de cara a ver similitudes y diferencias en las redes sociales. Por último, sería interesante realizar estudios longitudinales que consideren posibles variaciones en sus percepciones a lo largo del tiempo.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Agradecemos el apoyo brindado por la Universidad de Guanajuato, en México, por apoyar y financiar el proyecto registrado relacionado a la observación de los *influencers* virtuales ante la Convocatoria Institucional de Investigación Científica (CIIC) 2024.

8. REFERENCIAS

- Arsenyan, J., & Mirowska, A. (2021). Almost human? A comparative case study on the social media presence of virtual influencer. *International Journal of Human-Computer Studies*, 155, 102694. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102694>
- Aw, E. C. X., & Chuah, S. H. W. (2021). “Stop the unattainable ideal for an ordinary me!” fostering parasocial relationships with social media influencers: The role of self-discrepancy. *Journal of Business Research*, 132, 146-157.
- Baklanov, N. (2019). The top Instagram virtual influencers in 2019. Hype Auditor, available at: <https://hypeauditor.com/blog/the-top-instagram-virtual-influencers-in-2019>
- Beichert, M., Bayerl, A., Goldenberg, J., & Lanz, A. (2024). Revenue generation through influencer marketing. *Journal of Marketing*, 00222429231217471.
- Carrillo-Durán, M. V., García-García, M., & Corzo-Cortés, L. (2023). Los influencers virtuales en Instagram: Un análisis de su naturaleza y comportamiento. *Revista de Comunicación Digital*, 4(2), 45-62
- Castillo-Abdul, B., Pérez-Escoda, A., & Civil, S. (2022). Influencers' social media marketing: Facing ethical challenges and responsibilities. *Sustainability*, 14(5), 2797. <https://doi.org/10.3390/su14052797>

- Corrales, A. M. S., Coque, L. M. P., & Brazales, Y. P. B. (2017). El marketing digital y su influencia en la administración empresarial. *Dominio de las Ciencias*, 3(4), 1161-1171.
- Costello, L., McDermott, M. L., & Wallace, R. (2017). Netnography: Range of practices, misperceptions, and missed opportunities. *International journal of qualitative methods*, 16(1), 1609406917700647.
- Curiel, C. P., & Ortiz, S. L. (2018). El marketing de influencia en moda. Estudio del nuevo modelo de consumo en Instagram de los millennials universitarios. *adComunica*, (15), 255-281. <https://doi.org/10.6035/2174-0992.2018.15.13>
- Da Silva-Oliveira, A. B., & Chimenti, P. (2021). " Humanized Robots": A Proposition of Categories to Understand Virtual Influencer. *Australasian Journal of Information Systems*, 25.
- Dans, E. (2019). *Influencers, falsos influyentes y fraude publicitario*. Harvard Deusto Business Review, 292, 6-15.
- De la Piedra, E. S., & Meana, R. J. (2017). Redes sociales y fenómeno influencer. Reflexiones desde una perspectiva psicológica. Miscelánea Comillas. Revista de Ciencias Humanas y Sociales, 75(147), 443-469.
- Del Pino, C., Castelló, A., & Ramos-Soler, I. (2013). La comunicación en cambio constante. *Branded content, Community Management, Comunicación 2.0 y estrategia en medios sociales*.
- Design Brewery. (2023). Social Media Marketing vs Influencer Marketing. Retrieved from <https://designbrewery.in/social-media-marketing-vs-influencer-marketing/>
- Forbes. (2023). Las nuevas influencer virtuales. ¿Cuánto pueden llegar a facturar? Retrieved from <https://forbes.es/forbes-women/386334/nuevas-influencer-virtuales-facturar-mas-celebridad-real/>
- González, G. O., Curiel, C. P., & López, J. R. (2020). Efecto del influencer sobre el nivel de engagement en publicaciones de Instagram. *REDMARKA. Revista de marketing aplicado*, 24(2), 76-94.
- Gräve, J. F., & Greff, A. (2018, July). Good KPI, good influencer? Evaluating success metrics for social media influencers. In *Proceedings of the 9th International Conference on Social Media and Society* (pp. 291-295).

- Gutuleac, R., Baima, G., & Rizzo, C. (2023). The rise of virtual influencers: Bizarrely realistic or scarily uncanny?. In *Rediscovering local roots and interactions in management* (pp. 171-176). Fondazione CUEIM. Disponibile en: <http://hdl.handle.net/2318/1946651> s
- Gutuleac, R., Baima, G., Rizzo, C., & Bresciani, S. (2024). Will virtual influencers overcome the uncanny valley? The moderating role of social cues. *Psychology & Marketing*, (41), 7, 1419-1431. <https://doi.org/10.1002/mar.21989>
- Hudders, L., & Lou, C. (2022). A new era of influencer marketing: Lessons from Recent Inquires and Thoughts on Future Directions. *International Journal of Advertising*, 41(1), 1-5.
- Hwang, K., & Zhang, Q. (2018). Influence of parasocial relationship between digital celebrities and their followers on followers' purchase and electronic word-of-mouth intentions, and persuasion knowledge. *Computers in Human Behavior*, 87, 155-173. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.029>
- Jhavar, A., Kumar, P., & Varshney, S. (2023). The emergence of virtual influencers: a shift in the influencer marketing paradigm. *Young Consumers*, Vol. 24 No. 4, pp. 468-484. <https://doi.org/10.1108/YC-05-2022-1529>
- Jin, S. V., Muqaddam, A., & Ryu, E. (2019). Instafamous and social media influencer marketing. *Marketing Intelligence & Planning*, 37(5), 567-579.
- Katsyri, J., Förger, K., Mäkäräinen, M., & Takala, T. (2017). A review of empirical evidence on different uncanny valley hypotheses: Support for perceptual mismatch as one road to the valley of eeriness. *Frontiers in Psychology*, 8, 1328. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01328>
- Khamis, S., Ang, L., & Welling, R. (2017). Self-branding, 'micro-celebrity' and the rise of Social Media Influencer. *Celebrity Studies*, 8(2), 191-208. <https://doi.org/10.1080/19392397.2016.1218292>
- Leung, F. F., Gu, F. F., Li, Y., Zhang, J. Z., & Palmatier, R. W. (2022). Influencer marketing effectiveness. *Journal of marketing*, 86(6), 93-115.
- Looi, J., & Kahlor, L. A. (2024). Artificial Intelligence in Influencer Marketing: A Mixed-Method Comparison of Human and Virtual Influencers on Instagram. *Journal of Interactive Advertising*, 24(2), 107-126.
- Lou, C., & Yuan, S. (2019). Influencer marketing: How message value and credibility affect consumer trust of branded content on social media. *Journal of interactive advertising*, 19(1), 58-73.

- Lou, C., Kiew, S. T. J., Chen, T., Lee, T. Y. M., Ong, J. E. C., & Phua, Z. (2023). Authentically fake? How consumers respond to the influence of virtual influencers. *Journal of Advertising*, 52(4), 540-557.
- MacDorman, K. F. (2019). In the uncanny valley, transportation predicts narrative enjoyment more than empathy, but only for the tragic hero. *Computers in Human Behavior*, 94, 140-153. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.011>
- Marcos, P. S., Marín, G. J., & Zambrano, R. E. (2021). Aplicación y uso del Modelo de Resonancia o Customer-Based Brand Equity (CBBE). Estudio de la lealtad de marca a través de la figura del influencer. *methaodos. revista de ciencias sociales*, 9(2), 200-218.
- Martín-Critikián, D., Solano-Altaba, M., Serrano-Oceja, J. F., & Medina-Núñez, M. (2022). Hábitos de consumo de moda a través de influencers en la Generación Z. *Revista de Ciencias Sociales*.
- Martín, I. R., Sastre, D. M., & Martín, L. R. (2022). Los influencers virtuales como líderes de opinión y su empleo en técnicas en comunicación política. *Revista Mediterránea de Comunicación: Mediterranean Journal of Communication*, 13(1), 251-266.
- Martínez-López, F. J., Anaya-Sánchez, R., Fernández Giordano, M., & López-López, D. (2020). Behind influencer marketing: key marketing decisions and their effects on followers' responses. *Journal of Marketing Management*, 36(7-8), 579-607.
- Martínez-Sanz, R. (2013). El caso de los centros de arte contemporáneo en España. *Big Data*, 95, 108.
- Martínez, A. C., & Del Pino-Romero, C. (2015). La comunicación publicitaria con influencers. *REDMARKA. Revista de marketing aplicado*, 1(14), 21-50.
- Mathur, M. B., Reichling, D. B., Lunardini, F., Geminiani, A., Antonietti, A., Ruijten, P. A., ... & Riek, L. D. (2020). Uncanny but not confusing: Multisite study of perceptual category confusion in the Uncanny Valley. *Computers in Human Behavior*, 103, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.08.029>
- Melnychuk, H. A., Arasli, H., & Nevzat, R. (2024). How to engage and attract virtual influencers' followers: a new non-human approach in the age of influencer marketing. *Marketing Intelligence & Planning*, 42(3), 393-417.

- Mkono, M., & Markwell, K. (2014). The application of netnography in tourism studies.
- Moustakas, E., Lamba, N., Mahmoud, D., & Ranganathan, C. (2020, June). Blurring lines between fiction and reality: Perspectives of experts on marketing effectiveness of virtual influencers. In *2020 International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security)* (pp. 1-6).
- Palao-Pedros, L. (2020). El futuro crecimiento de las redes sociales: Instagram, Facebook y TikTok.
- Pérez-Curiel, C., & Clavijo-Ferreira, L. (2017). Comunicación y social media en las empresas de moda ASOS como caso de estudio. *Prisma social*, (18), 226-258.
- Rachmad, Y. E. (2024). *The Future of Influencer Marketing: Evolution of Consumer Behavior in the Digital World*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Riera, C. C., & Carbonell, X. (2018). La influencia de la personalidad en el uso de Instagram/The influence of personality on Instagram use. *Aloma: Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 36(2), 23-31.
- Sanahuja, N. (2020). *The Science of Influencer Marketing*. Omega Publishers.
- Sands, S., Campbell, C. L., Plangger, K., & Ferraro, C. (2022). Unreal influence: Leveraging AI in influencer marketing. *European Journal of Marketing*, 56(6), 1721-1747.
- Sheldon, P., & Bryant, K. (2016). Instagram: Motives for its use and relationship to narcissism and contextual age. *Computers in human Behavior*, 58, 89-97.
- Statista (2024). Distribution of Instagram users worldwide as of April 2024, by age group. published by stacyJO Dixon, May 2, 2024. <https://www.statista.com/statistics/325587/instagram-global-age-group/>
- Stein, J. P., Liebold, B., & Ohler, P. (2020). Stay back, clever thing! Linking situational control and human uniqueness concerns to the aversion against autonomous technology. *Computers in Human Behavior*, 104, 106153. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106153>
- Thomas, V. L., & Fowler, K. (2021). Close encounters of the AI kind: Use of AI influencers as brand endorsers. *Journal of Advertising*, 50(1), 11-25.

- Turpo-Gebera, O. (2008). La netnografía: un método de investigación en Internet. *Educar*, (42), 081-93.
- Vodák, J., Cakanova, L., Pekar, M., & Novyzedlak, M. (2019). Influencer marketing as a modern phenomenon in reputation management. *Managing Global Transitions*, 17(3), 211-220.
- Wiese, E., & Weis, P. P. (2020). It matters to me if you are human – Examining categorical perception in human and nonhuman agents. *International Journal of Human-Computer Studies*, 133, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.08.002>
- Zhou, X., Yan, X., & Jiang, Y. (2024). Making sense? The sensory-specific nature of virtual influencer effectiveness. *Journal of Marketing*, 88(4), 84-106.

THE NASCENT COLOMBIAN DIGITAL TWIN TECHNOLOGY SERVICES INDUSTRY, A CASE STUDY

JUAN CAMILO LEGA BARCO
Universitat Politècnica de València

MARTA PERIS-ORTIZ
Universitat Politècnica de València-CETYS Universidad, México

FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT
Universitat Politècnica de València

1. INTRODUCTION

The Architecture, Engineering, Construction and Operations (AECO) industry is one of the main industries of the Colombian economies, representing a significant portion of its GDP (DANE). In addition to its role in production, it is also a significant player in the creation of direct and indirect employment generating 6,5% of all employment in the nation, an estimated 1.5 million jobs (DANE). Because of its linkages with several other sectors of the economy and the sheer breadth of value adding services it encompasses, it has rightly earned a reputation for being one of the main motors of economic and social growth and development (Camacol, 2022). On a global scale however, this industry has been recognized as the second from the bottom in a production improvement ranking only ranking above the agronomy sector (McKinsey 2017). The adoption of technology and the subsequent improvements in productivity and competitiveness, is therefore essential to guarantee the long-term prospects and wellbeing for the country (Cette *et al.*2021).

Notwithstanding this fact, in its October 2022 publication, the Colombian statistics department, DANE, found that the value added of

the construction industry had grown by 13,4%, further breaking this growth down into a 1,5% in civil works, 13,9% of specialized activities and 19,3% in vertical construction. This fact is further backed up by the center of telecommunications research CINTEL, a Colombian think tank, in its 2023 digital transformation report through its ranking of the construction industry as the second highest industry by digitalization maturity in the country, this is a pyrrhic victory however as the success of digital transformation in the Colombian market is only 7% compared to 20-30% in global terms.

On the world stage, Building Information Management (BIM), a term used to refer to both a work methodology and an extensive, and continually expanding, software ecosystem, is leading a digital revolution in the design, construction and operation of civil engineering projects. Through its use, three-dimensional models, with embedded data can be generated, and used for visualization, design, optimization and operation of buildings (Lattifi *et al.* 2014). Boje et al. 2020 have defined DT as a whole composed of three parts, a physical entity (say a real-world building), a Virtual entity (A digital model of said building) and a two-way information stream that enables the use of computational techniques and AI for the management and continuous improvement of the asset. Currently, there is an effort by academics and practitioners alike to incorporate BIM technology and Digital Twins (DT) technology by achieving information flow from the real world into the BIM model.

In this context, the Colombian housing ministry has published the National BIM strategy 2020-2026, a document that sets out a goal of requiring BIM adoption for all public projects by 2026, and includes other aspects such as the definition of standards and protocols, vocational and professional training for professionals, the promotion of interoperability between different software tools within the BIM ecosystem, the generation of infrastructure for BIM information sharing and management and the integration of BIM into public policy. Through this strategy, the ministry hopes to attain further gains in efficiency, quality and

sustainability for the construction sector. Furthermore, it hopes the strategy will be a driver of innovation and competitiveness for firms on the national and international stage.

It is in this context that this chapter presents a case study based on semi-structured interviews of the entrepreneurs behind two Colombian digital twin technology services companies, Alpaca Technologies and MEC-BIM. Alpaca Technologies, led by founder and CEO Andres Correa, is a start-up that has created a DT based Software as a Service (SaaS) aimed at that revolutionizing the Facilities Management industry, with a special focus on hospitality and multi-building clients. MEC-BIM, led by founders Juan F. Cubillos and Milton Carabuena, is a DT consultancy focused on the digital transformation of the infrastructure sector with a special focus on the transportation and road sector. Together these firms provide a clear picture of a nascent industry and the perceived level of DT maturity in the market, the opportunities, barriers, challenges, key success factors and value creation that it generates.

2. OBJECTIVES

This first exploratory foray into the Colombian digital twins services industry seeks to gain a deep and nuanced understanding of the experiences of two specific firms. In pursuit of this general objective the following research question was formulated:

Q.1: How have Alpaca Technology and MEC-BIM implemented digital twin technology in the Colombian AEC-FM industry?

The research question was further broken down into the following sub-questions

SQ.1 What is the DT technology maturity level of the Colombian AECO market?

SQ.2 What are the main business opportunities for service companies in the DT space in the Colombian AECO Industry?

SQ.3 What are the barriers and challenges faced by service companies in the DT space in the Colombian AECO Industry?

SQ.4 What are the perceived key success factors for service companies in the DT space in the Colombian AECO Industry?

SQ.5 What value do service companies in the DT space in the Colombian AECO Industry create and how is it monetized?

By answering these, it is hoped that a clear picture of the experiences of these firms can be produced. It is further aimed that researchers, practitioners, professional associations and regulatory entities may use this chapter as a valuable resource for the planning and execution of their future endeavors. Finally, this chapter records the current perception and vision for the future of the industry of three expert practitioners, knowledge that holds value for future research on the historic development of the Colombian AECO industry.

3. METHODOLOGY

As mentioned above, a qualitative approach under the hermeneutic paradigm and a case study methodology was chosen for this chapter. This methodology is widely considered adequate for research that seeks to acquire a deep and contextualized comprehension of a phenomenon. In this sense, the lived experience of actors engaging in entrepreneurship is perfect for the application of such a methodological approach. Hermeneutics is a general method used for the understanding of comprehension in itself and to gain a depth of understanding of a specific occurrence (Paterson & Higgs, 2005). It seeks to discover the significance of phenomena and to best interpret texts, conversations, acts or works, while maintaining and being aware of the singularity of the context in which they are immersed (Gadamer, 1981).

Galeano proposes, that qualitative investigation is framed as social research that interrogates both subjective and intersubjective realities as legitimate objects of scientific knowledge and seeks to understand social

actors, and the logic behind social actions, from the inside, studying the internal and subjective dimension of the social reality as a source of knowledge. Furthermore, Ray Rist (1994) proposes that the subjects or actors are recognized in a holistic manner through this approach, that is they are not reduced to variables but rather considered integrally. Qualitative research understands reality as subjects understand it, a fact that goes together well with the hermeneutic paradigm under which this research has been conducted, taking all perspectives as equally valuable as it does not seek to find the only and final truth on the subject, but rather to understand in detail the perspectives of its subjects.

This investigation is based on the participation of the founders of two Colombian digital twin technology services companies, giving us a total of three subjects, within two units of analysis. The companies were selected based on their unique experiences as some of the first firms to bring DT as a service to the Colombian market.

Data gathering methods used to produce this chapter include review and analysis of relevant scholarly literature, reports and professional publications, as well as direct observation of the processes and projects executed by the firms and finally semi-structured interviews of the subjects. One interview was conducted per company, that is in the case of Alpaca a single subject was interviewed and in the case of MEC-BIM both founders were interviewed together. In accordance to the procedures set out by Taylor y Bodgan (1987), electronic video-interviews were conducted to understand the perspectives held by the subjects in relation to their experiences and situations through their own words. These interviews were recorded with the consent of all participants, and their content was later transcribed and edited for readability by the same person who carried them out. The interviews were done in Spanish, the native language of the subjects and have been translated for presentation in this paper, outmost care to preserve the tone and meaning of their answers has been taken when quotes are presented.

An inductive approach was taken, themes where generated based on the data and later codification was performed (Thomas 2006) using Atlas

TI software. The themes and codes were used to create the sub research questions and were of great use in limiting bias in the interpretation of subject responses.

These primary and secondary sources were compared, and conclusions drawn. This chapter was the final product of this process and represents the final product of research.

4. RESULTS

The following subsections are the results of applying the inductive method to the interviews and the triangulation of subject claims with the current literature. An interesting first result to this study is that although the subjects did not know each other they had a very similar view in general terms of the market. The interviews were semi-structured and contained the same questions for all participants, these included questions about: the subjects' professional experiences and background before starting their ventures, their definitions of a DT and the maturity level they have observed in the market, how their firms were started, customer feedback and their perception of value provided to them and questions about the future prospects of the market as a whole. The proposed sub questions are answered in detail in the following sections that have been titled in accordance to the themes discussed therein.

4.1 SQ.1 PERCEIVED MATURITY LEVEL OF THE DT TECHNOLOGY MARKET IN THE COLOMBIAN AECO SECTOR.

In order to pursue this line of investigation a set of two questions was presented to the subjects. They were first asked for their definition of a DT and asked to opine on Boje *et al.*'s definition presented in the introduction of this chapter, "a whole composed of three parts, a physical entity (say a real-world building), a Virtual entity (A digital model of said building) and a two-way information stream that enables the use of computational techniques and AI for the management and continuous improvement of the asset". The second question consisted on soliciting

the subjects' perception of market maturity level, with the scale based on the following chart:

Level	Principle	Usage
0	Reality capture (e.g., point cloud, drones, photogrammetry or drawings/sketches)	Brownfield (existing) as-built survey
1	2D map/system or 3D model (e.g., object-based, with no metadata or building information models)	Design/asset optimization and coordination
2	Connect model to persistent (static) data, metadata and building information model (BIM) Stage 2 (e.g., documents, drawings, asset management systems)	4D/5D simulation, design/asset management, BIM Stage 2
3	Enrich with real-time data (IoT, sensors)	Operational efficiency
4	Two-way data integration and interaction	Remote and immersive operations; control the physical from the digital
5	Autonomous operations and maintenance	Complete self-governance with total oversight and transparency

Reproduced from Botín-Sanabria *et al.* 2022

Figure 1.

Regarding the definition of DT subject one, Andres Correa, proposed:

“A digital twin is a representation of a real estate asset, if that is what we are focusing on, or an object otherwise if were speaking in general terms, or even of an organism, that is being modelled digitally, with visualization, and specific physical and technical information of its basic components.”

Subject two, Milton Carabuena, opined:

“A digital twin is, a twin, a physical occurrence that can be verified digitally. How something that is in the real world is represented and inspected in a virtual environment with different types of information, different levels of detail, information, granulometries... all of which may be verified in the data and metadata. If pressed, the virtual representation of something in the real world that includes advanced components related to the type of information it contains.

Finally, subject three, Juan F. Cubillos, complimented this last definition: “This digital representation is an interactive digital model of an object in the real world that allows users to measure and work directly through itself, a sort of virtual mock-up.”

The subjects’ definitions are broadly in line with Boje *et al.* in that they present the three parts, virtual, physical and data. Having clearly established that there is no confusion around what is meant by DT, the subjects were unanimous regarding the level of maturity that they typically find in the market.

Subject one, whose main market is facilities operators and managers expressed that in his view not even level 0 was common for most asset managers. It is his view that most asset managers are using excel files to control their buildings, and in some instances computerized maintenance management system (CMMS), which he described as a “glorified excel sheet”. When asked about the level of maturity his product represented, subject one responded that it depends on client needs, level 2 is frequently achieved and in some pilot projects his company is starting to achieve a level 3 of maturity. He expects that in the future, Alpaca Technologies will be able to reach a level 5 maturity with built to suit applications in collaboration with certain elevator and air-conditioning providers.

Subjects two and three had a similar take in their segment of the AECO industry, infrastructure. They considered that the most prevalent level of DT maturity is a mix between level 0 and level 1. Level 0 refers to his perception that there is a focus on representing existing site conditions through lidar and point cloud technology, and level 1 refers to the prevalence of collision detection during the design phases using BIM tools. The most advanced level of maturity they have interacted with in this market is a level 3 maturity in vertical construction. Their product also depends on customer need but is mostly focused on providing level 2 maturity tools.

4.2 SQ.2 PERCEIVED BUSINESS OPPORTUNITIES FOR SERVICE COMPANIES IN THE COLOMBIAN AECO SECTOR.

Having established the maturity level at which the market is currently operating, an understanding of the types of services that are attractive is a logical next step. Although there was no direct question about the opportunities that are present in the sector through the coding of transcripts a clear theme emerged. The best way to present the information gathered is to summarize the current services offered by the subjects:

4.2.1 Services offered by Alpaca technologies.

Alpaca Technologies offers two types of services to a vertical construction submarket. A traditional digitalization of assets for facilities managers based on generating virtual tours using LIDAR cameras that generates 3d images using google street view technology, that allows several operations such as measurement and visualization. Second and most interestingly, their innovative cloud solution that not only hosts the property photographs and 3d drawings, but it also incorporates an inventory of all mobile assets and their maintenance history, their proprietary software allows for the management team to record and control all activities, creating a wealth of data that can later be used to optimize performance and decisions. They have been using AI in some pilot projects and hope to be able to sell data-based consulting services based on computational and AI techniques to professional asset managers.

4.2.2 Services offered by MEC-BIM

MEC-BIM conversely offers 4 types of services to a transportation infrastructure submarket. First, they offer consulting services to firms seeking to implement a BIM workflow, ranging from initial maturity evaluation to full implementation and training. Their second line of services consists of producing BIM models for third-parties that have produced traditional 2-D models. The third line of business is data and knowledge management through collaborative design environments (CDE)

and cloud service implementation functioning as a third-party project management office. The final line of business consists on modelling existing infrastructure and implementing a DT for continuous operation. Through this offering MEC-BIM can offer firms that are not experts in DT digital transformation services that can be implemented at any point in an infrastructure's life cycle.

4.2.3 Identified potential opportunities

One can safely say that these services correspond to market opportunities that are currently present, according to the subjects however, there are other avenues that can be pursued. Both companies have offered custom software developments to their clients, in order to solve specific problems, they may face, this is a focus that lies on the crossroads of software development and civil engineering that can be very interesting for specialized firms. The lack of customer knowledge about DT also generates a great opportunity for those who wish to offer educational services be it technical training or higher-level skills related to DT is also very prevalent. Finally, there are many opportunities to form collaborative relationships with different sectorial associations among the most mentioned by the subjects are COTELCO the largest Colombian hotel sector association, Colombia PropTech which gathers start-ups focused on the real estate and property sector, and Colcapital which is the private equity association, other potential sectors include the healthcare, infrastructure, telecommunications and logistics associations. All of these can be used as gateways to companies that have ownership of real sector assets and could benefit from implementing DTs to digitally transform the real-world portion of their operations.

4.3 SQ.3 PERCEIVED BARRIERS AND CHALLENGES IN THE COLOMBIAN AECO SECTOR.

Having covered the main lines of business and potential industries for DT services firms specializing in AECO elements in Colombia, it is useful to also explore the barriers and challenges most commonly faced

in their pursuit. Among these we can count cost of implementation, lack of customer knowledge and resistance to change and a lack of institutional support for digital transformation.

4.3.1 Cost

Regarding cost, all subjects mentioned it as one of the defining characteristics of the market. Most notably there is a perceived disconnection between the value given to customers and the cost of the service, subject three shared this reflection on this topic:

“the value... the cost of our services... Everyone is excited to have a model when they are shown what is possible with this technology, but once the quote comes in, they no longer like the idea. The topic of cost has been a complex issue”.

Subject one had a similar reflection, especially in relation to social housing:

“Another limiting factor is cost... unfortunately the market where we saw the most potential, social housing which the majority of the buildings in this country can be classified as, even with a very low quote on our end... if I remember correctly around 500 Colombian pesos per apartment (around twenty cents in USD), the offers were considered too expensive.”

This was followed up with the reflection that, the money is clearly not the issue, but rather that the value gained from this investment is not clear to the customer yet. This was echoed by subject three, in his view customers perceive their services an extra cost and not an investment, as something they do check a box in project requirements, but they don't see the value of the tools they are acquiring. One key reflection from subject one that sums up the issue of cost especially for the higher levels of DT maturity that require IoT, is that much like the introduction of LED technology into the construction sector, he foresees that within the next 5 years, there will be a significant enough drop in cost in these types of devices that they will become standard and the cost to

implement high-maturity DT's will drop enough to be accessible to most projects.

4.3.2 Lack of customer knowledge and resistance to change.

This disconnect between value and cost can be mostly traced to a lack of customer knowledge of DT technology. The lack of knowledge is observed by the subjects at all levels of organizations, for example subject one highlighted the fact that most of these digital transformation projects are top-down initiatives, yet many times the C-level is very ignorant of what they're getting into.

“We've seen that when there's a mandate from the CEO in the private sector, the decision to implement a digital transformation tends to be followed through with. However, it's never something that happens from one day to the other because it implies a fundamental change in the processes of the firm... I've had implementations take anywhere from two months to two years. The ones that take so long have usually suffered from high employee rotations or have bought the technology but not changed their processes, effectively paying for a service they don't use”.

Subject one also highlighted that many times situations in which there is resistance to change as the one highlighted above tend to occur in places where ambiguity is benefiting someone, that is either the maintenance team would rather not have its actions be traceable and measurable or management doesn't feel the juice is worth the squeeze in terms of a whole implementation to reduce a cost that is less than 5% of their regular operating budget. This issue of resistance to change is also faced by subjects two and three which is what prompted them to offer BIM as a service, initially they tried a consulting approach but faced strong resistance as having someone direct work from outside the company is very uncommon in the industry. Both subjects express that there is a tangible feeling of fear from current functionaries that don't possess the skills to manage projects through DTs and feel that their implementation will

lead to the loss of their jobs or the change of the industry to a point that they will not understand. To this effect subject two reflected:

“There is a need to use a much more human language and explain that a BIM methodology will not mean changing their jobs but rather, BIM will adapt to fit the way that they work... we try to develop both the processes and people so that everything can workout in the end”.

4.3.3 Lack of support from institutional actors.

These knowledge barriers should be fixable with adequate support at the institutional level, however the subjects find that there is much work to be done on this end. Subjects were asked if they felt there as support from the government or from industry federations. Regarding the government, there was a distinct difference of opinion between the companies. Subject one perceived no support at all from government bodies, he did however express the need for regulation but expressed support for a more libertarian approach, with autoregulative measures. Subjects two and three on the other hand, because of their exposure to public projects, had a more charitable take.

They recognized that several agencies have begun some sort of regulation to push for DT adoption in the market. To this effect they mentioned that their business was born because of a requirement within the bid-documents for a National infrastructure agency (ANI) led public-private-partnership (PPP) that made BIM drawings a key deliverable, however, this was done because the UK government’s international cooperation agency made DT a requirement as part of the funding agreement. Although there is currently no local law mandating the public sector require these types of technologies there have been several official initiatives that are, albeit slowly, moving the sector in this direction. There is the National BIM strategy, published by the ministry of housing in collaboration with CAMACOL (the real estate builders federation) and the UK’s Bogota embassy, that sets out a goal of 100% public construction projects using BIM technology in an optative

function by 2026, foreshadowing a legal requirement being introduced shortly after this date. According to subject three, there are some internal mandates at some government institutions like ANI, UPIT (Transport infrastructure planning unit) and IDU (Institute of urban development, Bogota's public works office) that have created space for companies like his to offer DT services, yet a formal requirement from the government seems far away, especially given the lack of training and knowledge public sector workers have in relation to DT.

In relation to special interest groups pushing for adoption, subjects two and three were not impressed by the current level of pressure being exerted from the private sector. They recognize the value of CAMACOL's BIMKIT, a 2017 initiative to generate a set of standards and best practices with leading firms in the sector, yet their experience as members of BIMFORUM, the organism that as formed to create the BIMKIT was far from what they expected. It was their experience that the value gained from joining this organization was not worth the cost, and that the current BIMFORUM model of hosting national innovation congresses, although in theory should help communicate the importance of technology and grow the potential market, has become a pay-to-be-heard affair that is not conducive to the growth of nascent firms like his.

4.4 SQ.4 PERCEIVED KEY SUCCESS FACTORS IN THE COLOMBIAN AECO SECTOR.

As a result of the barriers and challenges that companies in this space must face, the subjects were asked what the key to their success has been as well as if they had to start again what changes they would make to their journey. The answers to these questions give us a window into the perceived key success factors for this market. Among the most salient success factors we find technical aspects such as the qualifications of your team, quality, and communication of technical aspects to a non-technical audience and business aspects such as networking, understanding customer pain points, customer service and marketing, and persistence.

4.4.1 Technical aspects.

Among the most important key success factors is the technical knowledge and experience of your team. Like in most consulting scenarios, service firms focused on implementing technological solutions to solve problems depend on the skills and knowledge of their employees.

In the case of Alpaca Technologies, subject one is a licensed architect who holds graduate degrees in architecture and urbanism and over 15 years of real-world design, construction and facilities management experience, he has partnered with a lead designer from a US based architecture firm and has outsourced the production of software to specialized software firms according to the need of each function that is to be implemented in the product.

Moving on to MEC-BIM subjects two and three each have complementary profiles that are quite technical in nature. Subject two is a transportation engineer with a graduate degree in transportation and currently enrolled in an MBA. Subject two is a civil engineer with a graduate degree in pavements and a master's degree in civil engineering project management. They both have over 15 years of experience in the road and rail infrastructure sectors, especially in the operations, structuring and auditing of large Design-Build-Operate (DBO) transportation contracts. For both companies, the combination between higher education and real-world experience has produced entrepreneurs who were able to identify technical needs and business opportunities. The exceptional level of knowledge displayed by all subjects is a key success factor as the type of product they offer requires a deep understanding of the industry and the internal-processes of firms in order to excel.

Regarding this idea of excelling, quality was also mentioned by all participants. Quality is often understood in the civil engineering world as meeting the criteria set-up in the planning phase (PMI 2021), it is under this definition that it becomes a key success factor. When offering a breakthrough technological solution, it is sometimes easy to oversell your solution, meeting customer expectations regarding functionality

and time constraints is the key to getting and keeping your clients. As subject three put it:

“You can have the best product in the world, but if it delivered six months after the promised date, it is no longer useful. Keeping your Word and your quality are the keys to this”.

The final technical aspect that is a perceived key success factor refers to a company’s ability to communicate technical subjects to a non-technical audience. Even though both companies offer their services to what would largely be considered technical personnel, civil engineers and architects often don’t have exposure to computer science subjects, and much less to cutting edge DT technology. Because of this, there is a key success factor to be able to effectively communicate the product to your audience. In relation to this idea subject two had the following consideration:

“We’ve faced resistance from people to the new work-flows we bring to companies, but the idea of the human aspect of an implementation is at the center of our work. Explaining and documenting processes for a client’s workforce, showing them what we are doing and how it will help them do their job has helped us succeed”.

4.4.2 Business aspects.

The first business aspect that is a key success factor is a company’s ability to understand customer pain points. All subjects mentioned the idea that identifying a problem in the market was the beginning of their business. Customer one’s story highlights this point:

“The idea for Alpaca came to me during the 2018 FIABCI young members congress...I was having trouble tracing the mobile asset inventories of the hotels we managed, especially when it came to lightbulbs and doorknobs and other reoccurring expenses. I talked about this with my now partner Karl and we started exploring different BIM alternatives and ended up with an early version of what we have today”.

This ability to understand what customers are facing and having a solution that is innovative is at the heart of business success in this and any other industry.

Another key to success in this industry is customer service. Being there to train your customer's personnel, as subject one said, at times for over two years, or being available to solve crises is very important. This is a trait that is closely linked to quality but goes beyond it in as much as its not only part of meeting your project scope but rather creating a personal relationship with your client, as subject one put it "makes the client choose your product and choose it again in the future".

The importance of marketing and networking was also highlighted by all subjects. Subject three said in relation to this:

"As with anything new you try to bring to the public sector, your first step is going to consist of educating the state on what you intend to offer them... you then need to create good marketing that sends strong signals and starts to create a need in the public or private client"

Commercialization was cited as one of the main difficulties faced, yet both companies agreed that it was a matter of networking and marketing. Subject one constantly referred to the idea of digitalization being a top-down decision, this means that one must be able to access the decision makers to be able to succeed in the industry.

Finally, persistence was mentioned as being a key to success in this market. As in any nascent industry, there is quite a bit of hardship in getting started, subject two called this "breaking the mold, creating a market, slowly but surely you get there, but its not easy".

4.5 SQ.5 MONETIZATION AND PERCEIVED VALUE TO CUSTOMERS IN THE COLOMBIAN AECO SECTOR.

There were two principal forms of monetization pursued by the companies under study. The first was a subscription type model, in the case of Alpaca Technology, the offering is clearly a SaaS solution, with a

browser-based application that generates monthly subscription fees from clients. In the case of MEC-BIM, they have plans in the future to offer data-analytic services as a virtual PMO that will also be charged on a subscription basis. The second monetization technique is more project-based and is what is used when generating a built-to-suit solution or a digitalization service, where a scope of services is established and a fee for performing it is quoted and charged. When asked about the possibility of cost-plus fee set up, both companies expressed their desire to move away from labor heavy activities towards more software-based solutions.

In relation to the value to customers, according to the subjects the following benefits have been created by their services: Transparency of processes, measurable results and data, increased efficiency in resource allocation, a digital record of all performed activities, use of computational techniques and AI to predict and improve processes, integration with existing ERP software for accounting and administrative purposes, improved clash detection, increased speed in identification and solution of technical problems, increased speed in design process and reduced number of human errors. Subject three highlighted customer feedback in a railway project, according to his account problems such as electrical grid redesigns that would previously take 3 weeks were completed in half a day, thanks to DT technology.

5. DISCUSSION

This chapter represents an exploratory incursion into the world of DT as a service for the Colombian AECO industry. Although the content obtained from interviews is valuable, it is not generalizable as only two Bogota based firms participated. The industry is still going through its birth pains, limited institutional support, lack of customer knowledge and cost are limiting the growth of service firms and wide spread adoption of DT by the AECO industry. This fact seems to contradict the CINTEL survey that classifies the AECO industry as the second most digitalized industry in the country, there is still much work to be done

in order to capture the benefits that digital transformation will surely bring to the industry, and companies like the ones surveyed are at the center of creating this revolution.

6. CONCLUSIONS

There are quantitative surveys spearheaded by CAMACOL, nation BIM survey, that have revealed very similar results to those found through this qualitative study. There is a need for further research at the LATAM level to bring further attention to the value added by digital transformation, and to combat the barriers and challenges faced by companies in this space. Education, institutional support and cost reduction are issues that must be dealt with through cooperation between the academic, private and public sectors both at national and international levels. It is hoped that this work inspires entrepreneurs to enter the fray, academics to further pursue this line of investigation and for the institutions to reinvigorate their efforts to speed-up digital transformation in the sector.

7. ACKNOWLEDGEMENTS

Universitat Politècnica de Valencia, Ana María García-Gómez, Juan F. Cubillos, Milton Carabuena and Andres Correa for their contributions to the production of this chapter.

8. REFERENCES

- Almusaed, A., & Yitmen, I. (2023). Architectural Reply for Smart Building Design Concepts Based on Artificial Intelligence Simulation Models and Digital Twins. *Sustainability*, 15(6), 4955. <https://doi.org/10.3390/su15064955>
- Boje, C., A. Guerriero, S. Kubicki, and Y. Rezgui. 2020. "Towards a semantic construction digital twin: Directions for future research." *Autom. Constr.* 114 (Jun): 103179. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179>.

- Botín-Sanabria, D. M., A.-S. Mihaita, R. E. Peimbert-García, M. A. Ramírez-Moreno, R. A. Ramírez-Mendoza, and J. D. J. Lozoya-Santos. 2022. “Digital twin technology challenges and applications: A comprehensive review.” *Remote Sens.* 14 (6): 1335. <https://doi.org/10.3390/rs14061335>.
- Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (n.d.-b). BIM KIT - Camacol. Camacol - Cámara Colombiana de La Construcción. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>
- Cette, G., Nevoux, S., & Py, L. (2021). The impact of ICTs and digitalization on productivity and labor share: evidence from French firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1849967>
- CINTEL (2023) “Nivel de madurez de Transformación Digital en las empresas en Colombia 2023” Self-published
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (n.d.). DANE - Construcción. [Www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co). Retrieved May 17, 2024, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion>
- Gadamer, H. (1981). *Reason in the age of science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Galeano, M. E. (2011). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Fondo Editorial Universidad Eafit.
- Latiffi, A. A., Brahim, J., & Fathi, M. S. (2014). The Development of Building Information Modeling (BIM) Definition. *Applied Mechanics and Materials*, 567, 625–630. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.567.625>
- Ministerio de Vivienda de Colombia. 2020. “Estrategia Nacional BIM 2020-2026” (P. 1-6) , Bogotá, Ministerio de Vivienda.
- Paterson, M., & Higgs, J. (2015). Using hermeneutics as a qualitative research approach in professional practice. *The Qualitative Report*, 10(2). <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2005.1853>
- Project Management Institute. (2021). *Guide to the Project Management Body of Knowledge (7th ed.)*. Project Management Institute.
- Rist, R. C. (1994). *Influencing the policy process with qualitative research*. Center For Policy Studies, The George Washington University, Graduate School Of Education And Human Development.

Taylor, S. J., Bogdan, R., & Piatigorsky, J. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación : la búsqueda de significados*. Paidós.

The Mckinsey Global Institute. (2017). *REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY* [Review of *REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY*]. In Mckinsey Global Institute. Mckinsey and Company. www.mckinsey.com/mgi

Thomas, D. R. (2006). A General Inductive Approach for Analyzing Qualitative Evaluation Data. *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237–246. Sagepub. <https://doi.org/10.1177/1098214005283748>

DIGITAL TWIN (DT) TECHNOLOGY FOR ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION: A CRITICAL LITERATURE REVIEW

JUAN CAMILO LEGA BARCO
Universitat Politècnica de València

FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT
Universitat Politècnica de València

MARTA PERIS-ORTIZ
Universitat Politècnica de València-CETYS Universidad, México

1. INTRODUCTION

1.1. A LOW PRODUCTIVITY INDUSTRY

Construction is referred to as the production process of the built environment and it consists of various activities from conception through design to execution. (Ive & Gruneberg, 2000). Because of this, it is common to refer to the industry as Architecture, Engineering and Construction AEC. According to the Mckinsey Global Institute, while productivity in manufacturing, retail and agriculture has grown by as much as 1.500 percent, productivity in AEC has barely increased at all (Mckinsey 2017). Meanwhile, Cette et al 2021 conclude that the employment information and communications technology (ICT) specialists and the use of digital technologies, *ceteris paribus*, improves a firm's labor productivity by about 23% and its total factor productivity by about 17%. It follows therefore that the implementation of ICT by construction firms should increase their productivity.

The core of ICT technologies for the AEC industry is a collection of practices that can be conceptualized as Digital Twins (DT) technology.

DT has been defined in several different ways by authors in the past. However, the most often used definition, especially in the context of the AEC industry, is the one used by Grieves in his 2014 seminal paper in which he states that DT is composed of three parts, a physical entity, a virtual entity and finally the data connections that link these together. As such, DT includes Building Information Modelling (BIM) and other modelling techniques used to generate the virtual entity and worksite sensing technologies as well as anything that can be used to link the real-world entity to the virtual through data flow and all computational techniques and technologies that are enabled once the real-world entity is effectively reproduced in the virtual world (Boje *et al.* 2020).

1.2. A HIGH SOCIAL IMPACT INDUSTRY

The AEC industry has been at the center of several societal debates in the last few years. Debate has been especially intense around two issues: 1. the AEC's industry's contribution to global Greenhouse Gas (GHG) emissions and the need to adopt environmentally sustainable practices (Pheng & Hou, 2019), and; 2. The widespread housing deficit that has only become exacerbated since the Covid-19 pandemic because of the myriad shocks that have followed the event (Parrott & Zandi, 2021). These issues are part of a civilizational struggle for sustainable development that is being met through the adoption of the 2030 agenda and sustainable development goals (SDGs) by the United Nations General Assembly (Arora-Jonsson, 2023).

The SDGs place innovation, sustainability and collaboration at the heart of the proposed roadmap for world development. The link between the SDGs and the AEC industry is clearly seen in goals 6, 7, 9, 11,12 and 15 all of which either rely on the AEC industry (in the development of infrastructure and new cities) or are highly affected by the decisions made by the AEC industry (as is the case for energy, water and other resources used in the operations of infrastructure).

1.3. THE PURPOSE BEHIND THIS CRITICAL LITERATURE REVIEW

The aim of this chapter therefore is to provide a critical literature review on the topic of digital twins (DT) as it relates to the AEC industry and to showcase how the further adoption of this technology can be used to solve the problems discussed in this section. It is hoped that creating a consolidated text for researchers and practitioners to access the current state of DT for the AEC industry will contribute to actions that will lead to the future resolution of these challenges both at the firm and at the societal levels.

2. OBJECTIVES

The principal objective of this chapter is to produce a consolidated vision of the current state of DT in the AEC industry by critically analyzing technical and academic literature related to this technology. This study seeks a deep understanding of the evolving nature of DT technology adoption in the industry. In this vein, the review sets out to identify the principal developments, tendencies, challenges and opportunities that have emerged during the past half-decade as such, a principal research question (Q.1) and various sub-questions (SQs) have been formulated to more clearly direct research efforts as follows:

Q.1: How has Digital Twins (DT) technology developed within the AEC industry during the past 5 years?

In order to more deeply answer Q.1 the following sub-questions have also been formulated:

SQ.1 What is the definition of DT technology in the context AEC industry?

SQ.2 What have been the principal applications of DT technology in the AEC industry during the past half-decade?

This critical review contributes to DT literature by providing answers to these questions at the building, city and regional infrastructure level.

3. METHODOLOGY

The research for this chapter has been carried out under a qualitative approach, based on a hermeneutic paradigm, the core of this study has been text interpretation. According to Gadamer (1981), the key for the understanding of a text is not its manipulation or control, as is the case for the scientific method, but rather the participation of the interpreter-researcher subject in the interpretation and opening of the interpretative paths that are pointed to by the text. In this way, the proper objective of hermeneutics is not to establish objectively valid rules for understanding but rather to understand comprehension itself in a broad sense, and to gain depth of understanding of the phenomenon under study (Paterson & Higgs, 2005).

Now, the methodological design of this study is structured under theory whose foundations are built on Glaser y Strauss (1967), as theoretical knowledge is sought to be generated through literature review, recollection and analysis of data and the posterior filter of sources based on these analyses. For these reasons, the proposed methodology is the optimal method for the understanding and analysis of complex phenomena, such as the development of DT technology for the AEC industry, from a holistic and interpretative perspective of a critical literature review.

The methodological process followed was divided into the following stages:

Literature Gathering: an exhaustive search for academic and technical literature related to DT in the AEC industry was performed. Scopus, science direct and MDPI were searched and a forward and backward citation analysis applied for the selection of high-quality literature from scientific journals, conference proceedings, and other relevant resources that held current and pertinent research on the topic and produced within the past 5 years.

Source selection: After a first analysis of the gathered literature inclusion and exclusion criteria were applied to reduce the number of sources to

the most relevant and significant for the literature review. The criteria used were, research quality, content pertinence, publishing date, and author and journal reputation.

Content analysis: A systematic content analysis was performed on the selected sources, by using coding and categorization to identify themes, patterns and relevant relationships in the literature related to DT in the AEC industry. These analyses produced the significant insights and allowed for the construction of a solid conceptual framework, as presented in the results section of this chapter. Selected articles were analyzed through the lens of each of the SQs established in the objectives section of this chapter.

Synthesis and interpretation: an integrative synthesis of the findings obtained through content analysis with a focus on the principal developments, tendencies, challenges and opportunities related to DT in the AEC industry. A critical interpretation of these results was performed, as a result of which an original perspective on the topic has been created and presented in the discussion and conclusion section of this chapter.

Article production: Finally, the current chapter which documents the results of this process, its findings and conclusions, in a clear and concise manner was produced. Established academic and scientific guidelines were followed in its production to guarantee the rigor and validity of the final product of the study.

Through this methodological focus a complete and deep understanding of the last half-decade's developments and future of DT in relation to the AEC industry was obtained and documented, creating in this way a solid foundation for future research, practices and decisions in this constantly evolving field of study.

4. RESULTS

As set out in the objectives section of the chapter, the main research question (Q.1) has been broken up into a set of five sub-questions (SQs)

that together clearly resolve Q.1. This section been broken into sections that focus on answering each of the SQs.

4.1. WHAT IS A DIGITAL TWIN (SQ.1)?

Taherkhani *et. al.* take Industry 4.0 as the starting point when defining DT, this term was coined by the German government in 2011 in its effort to catch up with the industrialization taking place in Asia, by implementing alternative production methods (Klinc and Turk 2019). These alternative methods transform ordinary systems into self-aware systems that can self-predict, self-compare, self-configure, self-maintain, and self-organize (Gokalp et al. 2016; Lee et al. 2015), resulting in systems that can collect real-time data on the product/process (Gokalp et al. 2016). As such, they conclude that the construction industry has been changing its paradigm by adopting “in addition to Building Information Modeling (BIM), DT ... a virtual replica of a physical asset in real-time” (Esmaeili 2021) showing that there is indeed a movement within the AEC industry to adopt ICT technology to improve productivity.

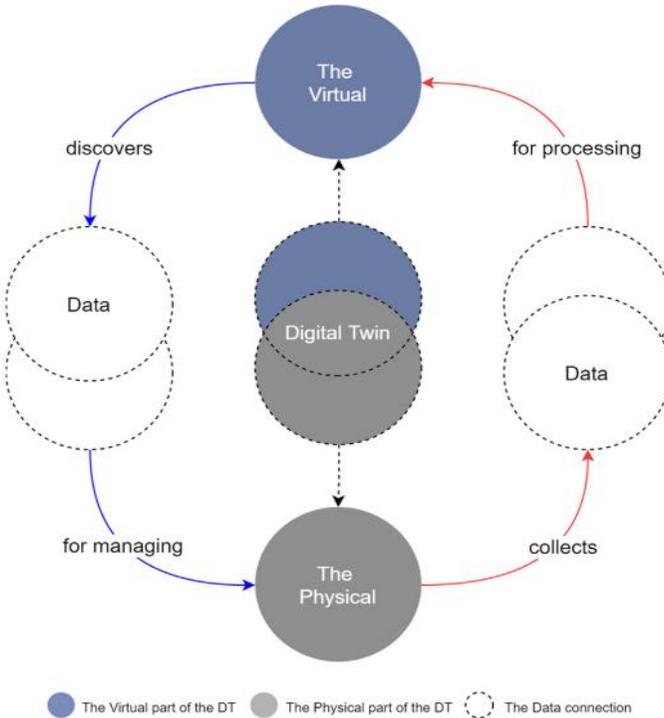
Other authors posit that Gelernter’s 1991 book “Mirror Worlds” is the origin of DT as an idea, wherein he describes “a city-scale model of reality that is continuously being fed by massive amount of data enabling the user to zoom in or out for realizing desired levels of details on a computer screen “in a single dense, live, pulsing, swarming, moving, changing picture.” Most agree that the idea was taken up by Grieves in his presentation on Product Lifecycle Management (PLM), when he gave shape to theoretical framework for digital twinning, by the formulating the essential elements of DT systems as:

- An entity that exists in real space
- A second entity that exists in virtual space, and;
- Dual links facilitating data transmission between the two realms (AlBalkhy *et al.*,2024).

NASA further developed this idea when it provided one of the first definitions of DT as “an integrated multi-physics, multi-scale, probabilistic simulation of a vehicle or system using the best available physical models, sensor updates, fleet history, etc., to replicate the flying twin’s life” (Esmaeili 2021).

Whether the origin of DT happened as an extension of industry 4.0, independently, or as is proposed here, as a result of both processes, the fact stands that there have been several definitions for DT; some much longer than others, and each serving its specific purpose best. In the realm of concise definitions, They further illustrate this point by producing the “Digital Twin paradigm diagram”, which was reproduced by several authors (figure 1) .

Figure 1.



Reproduced from Taherkani *et al.* 2023

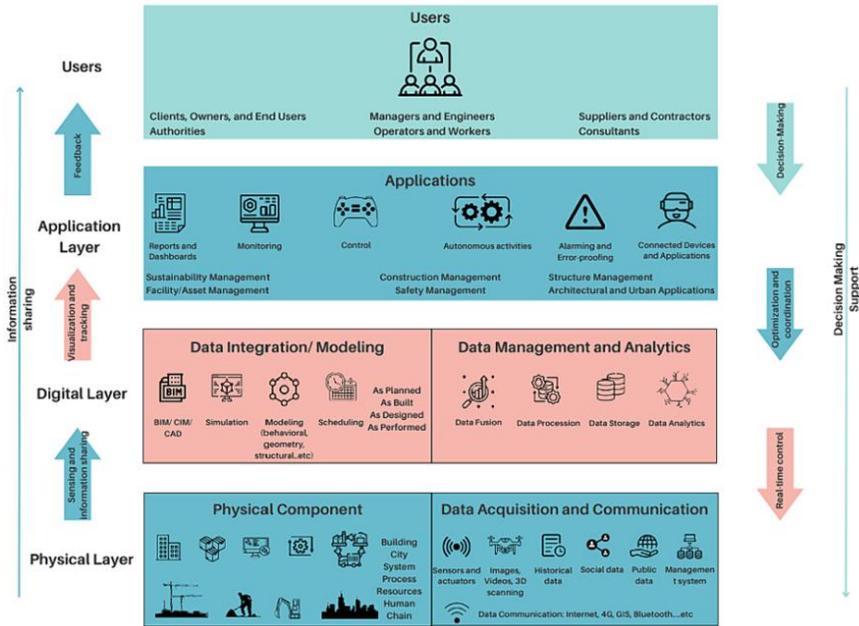
Though this short definition is useful for communicating a complex idea quickly it fails to work adequately for more nuanced discussion. A survey of the longer, more descriptive and technical definitions has therefore been performed so that a better understanding of what has been proposed within the literature can be reached.

AlBalkhy *et al.* for example name: analysis capabilities of DT systems, decision-making support, simulation, prediction, optimization, monitoring, control, and supporting autonomous activities as some of the main shortcomings of short definitions. To accommodate for these, they suggest the following definition:

“A digital twin is a living virtual replica of a physical twin such as a product, asset, component, process, or system. Supported by technologies such as AI, machine learning, sensors, and IoT, a flow of data between the digital and physical twins is made to ensure that digital twins are continuously updated and adapted to the changes in the physical twins. Which allows sharing insights, supporting decision-making, and enabling simulation, prediction, monitoring, control, and performance optimization of the physical twin throughout its lifecycle. Digital twins can range from simple prototypes to sophisticated models with self-learning and adapting capabilities, depending on their level of complexity”.

They provide the diagram reproduced as figure 2, to illustrate this complex definition:

Figure 2.



Reproduced from AlBalkhy *et al.* 2024

It is their view therefore, that there must be bi-directional real time data-flow between the physical and virtual entities, and that this data must be processed and effectively used.

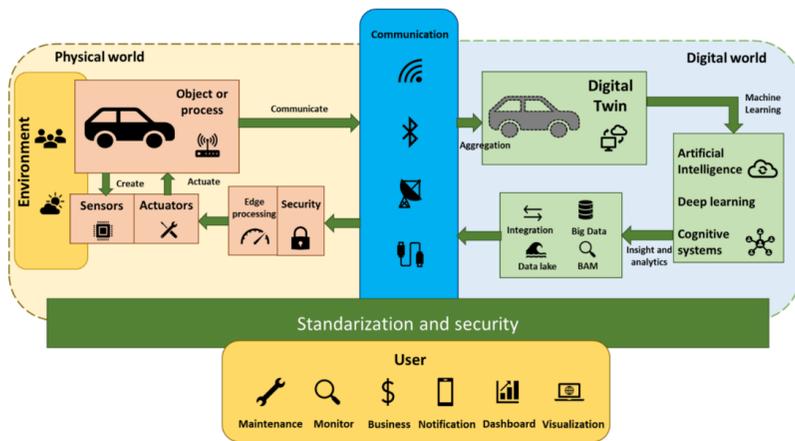
Another lengthy discussion on the general definition of DT is produced by Botín-Sanabria *et al.* who define DT as “a virtual representation of a physical object or process capable of collecting information from the real environment to represent, validate and simulate the physical twin’s present and future behavior. It is a key enabler of data-driven decision making, complex systems monitoring, product validation and simulation and object lifecycle management”.

They come up with the following elements, “basic components include sensors in the physical world (to gather information from the real environment), a physical twin, edge processing capabilities, data security, the digital twin itself, data processing capabilities (enabled by machine

learning (ML), artificial intelligence (AI), big data, etc.) and communication interfaces such as the internet, Bluetooth, satellite, etc” and further add “user visualization” to these core functions.

They produce the diagram reproduced in figure 3, explaining that “the physical world is composed of the physical object or process, sensors, actuators and processing capabilities. The digital world is composed of the digital twin itself, machine learning and data processing capabilities and databases. Both are connected in the communication element where several protocols and interfaces are available such as WiFi, Bluetooth and wired connections. For the user, this architecture allows constant monitoring and visualization”.

Figure 3.



Reproduced from Botín-Sanabria *et al.* 2022

They add that there are three types of DT:

Digital twin instance (DTI), Characterized by the fact that it accompanies a physical entity through its whole life time inception to disposal and is constantly updated.

Digital twin prototype (DTP): One that accompanies the product as it is fabricated or built and allows for optimization and prediction during

the process, this would be the type of twin used during design and construction within the AEC industry.

Performance digital twin (PDT): Focused on monitoring performance and use of a physical entity.

This idea further brings specificity to the type of DT one would wish to talk about. In this vein, the authors generate a framework used to analyze the level of development of a DT as follows:

Digital model: In its basic concept, the digital model will not integrate any automatic information flow from the physical world to the virtual world, change must be reflected through manual modification.

Digital shadow: The digital shadow will integrate unidirectional automatic information flow from the physical world to the virtual world, as long as it is automatic, the integration level can be determined as a digital shadow.

Digital twin: A fully integrated twin where the virtual and physical world interact in a bidirectional fashion.

These terms further expand and specify the vocabulary that should be used when talking about DT at different levels of development. Finally, they create the chart reproduced as figure 4 to summarize DT maturity:

Figure 4.

Level	Principle	Usage
0	Reality capture (e.g., point cloud, drones, photogrammetry or drawings/sketches)	Brownfield (existing) as-built survey
1	2D map/system or 3D model (e.g., object-based, with no metadata or building information models)	Design/asset optimization and coordination
2	Connect model to persistent (static) data, metadata and building information model (BIM) Stage 2 (e.g., documents, drawings, asset management systems)	4D/5D simulation, design/asset management, BIM Stage 2
3	Enrich with real-time data (IoT, sensors)	Operational efficiency
4	Two-way data integration and interaction	Remote and immersive operations; control the physical from the digital
5	Autonomous operations and maintenance	Complete self-governance with total oversight and transparency

Reproduced from Botin-Sanabria *et al.* 2022

The content found in figure 4, acts as the linchpin that can connect this general view of DT to the AEC industry, as we can see that the levels proposed are those used by the BIM Maturity matrix.

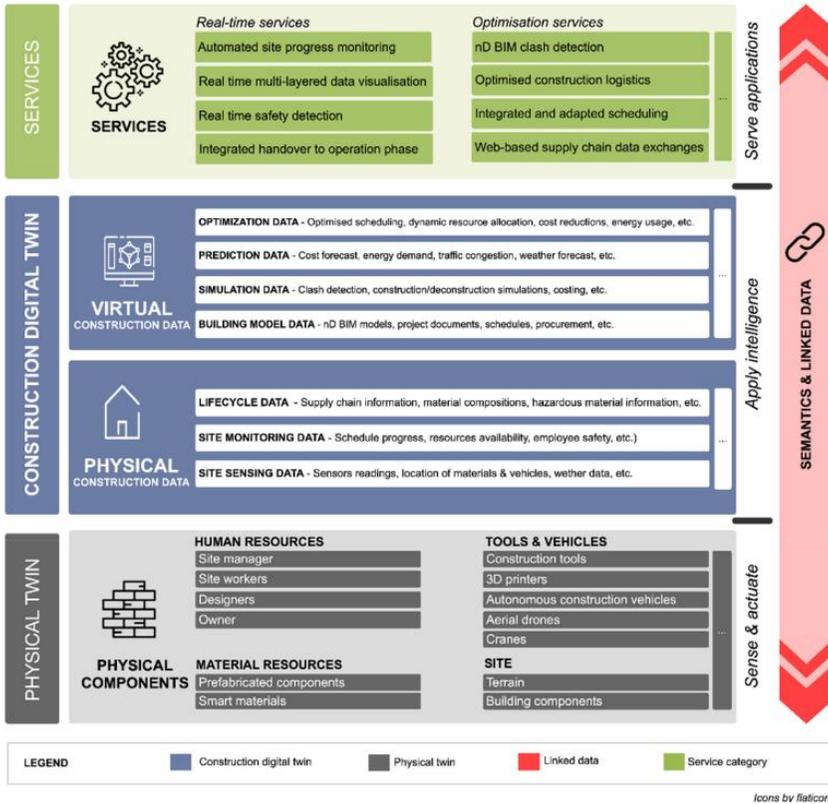
In order to further narrow the definition of DT for the AEC industry, Al-Sehrawy and Kumar take a novel approach to analyzing DT definitions by breaking all of them up into “1.The identity, nature or the structure per se of the DT. 2. The aim, purpose or function oriented. 3. The main constituents, elements, components or aspects of a DT”. In this way they produce a matrix that break down 13 author’s definitions in this manner. The overall result is then summarized as:

“An approach for connecting a physical system to its virtual representation via bidirectional communication (with or without human in the loop) using temporally updated Big Data (primary data collected from this physical system and supplementary data from the surrounding environment interacting with it for the purpose of contextual awareness) to allow for exploitation of Artificial Intelligence and Big Data Analytics by harnessing this data to unlock value through optimization and prediction of future state”.

This discussion comes full circle when Boje *et al.* propose an AEC specific definition in the sense that DT are a “paradigm [that] aims to enhance existing construction processes and models (nD BIMs), with their underpinning semantics (e.g. IFC, COBie) within the context of a cyber-physical synchronicity, where the digital models are a reflection of the construction physical assets at any given moment in time”.

This idea unites multi-dimensional, hence nD referring to models with more than 3 dimensions such as time, cost, environmental factors (Boje *et al.* 2020), Building Information Modelling, with computer science protocols for the standardized formatting of model data (IFC and COBie) and mention this idea of a Cyber-Physical synchronicity, referring to bi-directional exchange of data in real time. This discussion leads to the final diagram of this section, produced by Boje *et al.* to encapsulate a longform definition for DT as reproduced in figure 5.

Figure 5.



Reproduced from Boje *et al.* 2020

The answer for SQ1 therefore, is that DT are a complex construct that has very specific definitions depending on the context under which they are being discussed. DT are clearly composed of physical and virtual elements, and their functionality can vary according to the needs of users but will always include a bi-directional exchange of data between the physical and virtual elements.

4.2. WHAT HAVE BEEN THE PRINCIPAL APPLICATIONS (SQ.2)?

The pursuit of what the principal applications of DT technology have been is best broken up into two sections based on scale. A first section will focus on building level DTs, and a second section will focus on the larger city scale models.

4.2.1 Building scale DTs

As technology has been adopted, firms have begun moving from a BIM based, siloed and low-level of real-time data transfer models to DTs that resemble Industry 4.0 applications adapted for the AEC industry. This is especially true since “DTs enable the collection and integration of data to improve the design, construction, operation, and maintenance of physical infrastructure” (Broo and Schooling 2021). It has also been noted by several studies that “DT technologies are primarily applied in operation and maintenance stages of the facility life cycle” (El Jazzar et al., 2020). Conversely, Boje *et al.* have noted that “design and construction stages project data has increased almost exponentially since BIM adoption, experiencing what is termed ‘drowning in data’ (Remund *et al.* 2012), wielding little added benefit to the construction supply chain to date”. There is immense potential for DT technology, but that there are still financial and technical barriers to adoption that have not made DT widespread in the industry. While not a proper DT, Nd BIM models can be seen as precursors or non-automatized DT components, according to Boje *et al.* highlight “Today however, the use of BIM models has become mandatory to ensure faster and more collaborative processes (Luc *et al.* 2014)... BIM is now applied throughout the full building lifecycle from design to decommissioning, 4D and 5D BIM has been traditionally applied at the pre-construction and construction stages [Whitlock *et al.* 2018]”, concluding that the need to evolve into a DT model is patent as “BIMs produced remain closed and serve little uses after the completion of the construction project, completely neglecting its uses for the future lifecycles and the creation and maintenance of Digital Twins”.

Under the understanding that DT applications are cutting edge and not commonplace, it is useful to adopt an analysis structure, so that proposed and actual applications of the technology can be properly surveyed. To this effect, several authors who performed bibliometric analyses have clustered the results of DT applications in several ways, best summarized in the following figure.

Figure 6.

Proposed structures to analyze DT applications				
Taherkhani <i>et al.</i>	Boje <i>et al.</i>	HAKIMI <i>et al.</i>	AlBalkhy <i>et al.</i>	Sehrawy and Kumar
Water Systems	Construction logistics	AI Based Predictive maintenance	Sustainability and environmental performance-related	Design
Energy Systems	Clash detection.	Real time cyber physical integration	Facility and asset management-related	Construction
Railways, Highways, and Bridges	Site monitoring	Digital facilities management	Safety, health, and risk management-related	Operation and Services
SMART CITIES	Quality control.	Asbuilt/as-is-modeling	Structural performance-related applications	End-of-Life
	Safety management	Intelligent prognosis and health management	Construction management-related	
	Construction simulation	asset lifecycle management	Architectural and urban applications	
	Visual communication.	Semantic interoperability		
	Scheduling.			
	Visual communication.			
	Cost estimation			

Original production by author

Given the wide range of structures for this purpose, the route chosen has been the most descriptive one, given by AlBalkhy *et al.*

Sustainability and environmental performance-related

Some highlights of DT technology applications in the area include a DT-based thermal design for a lightweight roof structure whose structure was optimized to allow supplying the studied area with a renewable geothermal (Lydon *et al.* 2019), developed a DT system based on the use of data coming from a network of sensors and BIM models to integrate secondary raw materials in road construction (Meza *et al.* 2021), DT to evaluate energy in zero-energy buildings using scan-to-BIM models (Zhao *et al.* 2021), implementation of WSN-BIM integration to improve safety and environmental monitoring and control management (gas leaks, humidity, and temperature) in underground garages (Lin *et al.* 2020), and integration of user's behavior tracking and BIM models to assess indoor comfort, energy consumption, and air quality in educational buildings (Tagliabue *et al.* 2021). The main conclusion one can draw from the literature regarding sustainability is that advanced

modelling techniques during the design and construction phase that set the environmental performance of an asset for its life cycle, can be improved through collaborative work enabled by DT and then monitored, controlled and improved during the operation phase through the use of DT technology.

Facility and asset management-related

There's is quite an extensive literature on DT and facility management, especially since the applications covered different types of buildings including old and new buildings by AlBalkhy *et al.* Highlights in this realm of application include applications in Sweden for the conservation and operation of historically significant buildings (Hou *et al.* 2023), a system for anomaly detection in educational buildings in Cambridge (Tagliabue *et al.* 2021), green building maintenance and automatic management (Liu *et al.* 2021) . As Hakimi *et al.* noted “DT is a prominent technology that facilitates instantaneous bidirectional integration of cyber–physical systems and supports intelligent decision-making. energy performance management, fire emergency evacuation, indoor environment monitoring, and occupant comfort, to name a few notable applications” (Khajavi et al., 2019; Liu et al., 2020). The literature points to automatization of facility management activities, IoT devices and sensors coupled with AI that can be used in several ways including the generation of alarms so that preventive and predictive maintenance can be performed and the creation of automatized energy and security management for buildings. This points to a future where the labor heavy facilities management activities will be centralized in professional firms that will use DT to provide these same services with a fraction of the people and costs and at better efficiency.

Safety, health, and risk management-related

Boje *et al.* cover the application of DT to site safety and conclude that “such methods in practice require constant surveillance and in-time hazard identification, which are often the main limitation of BIM-based

tools and methods. With more modern site monitoring equipment, machine learning is at the forefront of site safety prediction (Sayan *et al.* 2021), potentially providing a more automatic way to gather and classify safety events, making safety management more reliable”. Teizer *et al.* (2022) agree with this stance and state that “DT has the potential to enhance safety management in the construction industry through three primary methods: promoting safe design and planning to prevent hazards, proactively predicting and warning about risks through monitoring and control and facilitating continuous performance improvement for personalized or project- focused learning”. Albalkhy *et al.* highlight myriad applications that use computer vision, video game engines, wearables, IoT devices, and AI to monitor sites, and predict potentially unsafe situations involving, working in high places and heavy machinery, some with a focus on DT aided worker self-management. The literature is pointing once again to a future where safety management will be aided by AI and instrumentalized through DT from the design phase on to the construction and operation phase.

Structural performance-related applications

Some applications highlighted by Albalkhy *et al.* are the development of a “system integrated geometric data and data coming from sensing equipment ... to detect and prepare unsafe structural events in a prestressed steel structure” (Liu *et al.* 2021), a proposal for “two DT-based approaches to test loads on bridges” (Kaewunruen *et al.* 2021 and Ramonell & Chacon 2022) and the development of “DT systems to support renovation works of historical buildings by assessing their structural performance and detecting structural damages” (Angjeliu *et al.* 2020, Bruno *et al.* 2022, Funari *et al.* 2021, Moyano *et al.* 2022). In general, the idea of integrating measuring and sensing devices to structural elements to determine structural load capacity during construction and after natural disasters has been explored extensively. There is also a movement to compare design phase to as-built results to better track safety of structures.

Construction management-related

Boje *et al.* highlight the idea of DT used as a “system for simulating the site layout in terms of zones, resources and positioning of equipment and construction cranes” developed by Li *et al.* 2009 They also mention that regarding construction simulation “newer techniques used to estimate the project duration based on different assumptions about the 3D model, resources and working hours” (Wang *et al.* 2014, Liu *et al.* 2015). Albalkhy *et al.* mention “supply chain management-related practices, stakeholders integration and resources allocation, site preparation, and monitoring” as some of the main applications in this arena, and also bring attention to the research done by , (Ammar et al. 2022) who “classified 40 DT capabilities in construction into seven themes; 1) increased transparency of information, 2) real-time monitoring, analysis, and feedback, 3) better stakeholder collaboration, 4) advanced preventive measures, 5) advanced what-if scenario analysis and simulations, 6) real-time tracking, 7) high accuracy”. Albalkhy *et al.* also highlight several applications related to modeling logistics including trucks, silos and other elements to better predict the flows of materials to the site, geological modeling of the sub-soil, monitor and control machinery and workers and to support modular construction off-site. There is a clear movement in the literature of the use of DT to provide decision support tools for construction management, to automate cost management, as well as enhance the visual communication of work progress to stakeholders.

Architectural and urban applications

The applications in this section of the structure are mostly infrastructure however in as much as building level applications are mentioned Albalkhy *et al.* highlight the work of Kalantari et al. 2022 in which they present “a toolset to mirror adjustment by users on a physical prototype to be on a DT” and Almusaed and Yitmen (2023) who “explored the usability of AI and DT models to simulate and evaluate different architectural design options and predict their impact on safety, comfort, and efficiency”.

4.2.2 City scale DTs

One of the most visible applications of DT technology for the AEC industry is in the generation of smart cities within the urban planning discipline. A city may be called smart when it institutes a strategic focus based on data and digital technologies to guarantee its sustainability, the wellbeing of its citizens and the promotion of its economic development (Ivanov, et al; 2020). Although China has so far been the country that has most prolifically studied the use of DT for the generation of smart cities (Zhou, et al, 2019; Haiyuan, et al, 2021; Ghandar, et al, 2021), there have also been studies in cities such as Bogota, Valencia, Dublin and Zurich (Guevara, et al, 2019; Conejos, et al, 2020; White, et al, 2021; Schrotter & Hurzeler, 2021). According to Wright y Davidson (2020) DT are not only a tool for the improvement of denizens' quality of life, mobility and access to public services and amenities, but also to be used in such a way that technological advances are centered on generating wellbeing and not profit.

White, et al, (2021) state that a digital city constructed consists of six layers, beginning with a physical terrain and ending in a digital twin layer, that in their whole create the DT of the city that may be used for scenario simulation, prediction and optimization. The urban DT will be composed as all DT of a three-part structure, a physical entity, a digital and the bi-directional data exchange between these two. Data inputs from the physical layer are collected from citizens, IoT devices and urban mobility sensors and fed to the digital layer which contains of a 3d model that is generated and updated in real time so that it may be accessed by local government.

The first design layer of the smart city DT is the terrain on which the city is built. It may include a swathe of topographical information such its georeferenced location, the presence of rivers or canals, the existence of hills or geographical accidents and even the composition of the soil so that fertile lands suited for farming or flood prone lands can be clearly identified.

The second design layer is made up of the existing buildings. Depending on the maturity level of the DT, these can range from being architectural volumes generated from lidar photography and point cloud technology to DTs at the building scale, themselves modelled using BIM technology with a high degree of fidelity to their real-world counterparts with all the applications we've discussed in the previous section.

The third layer contains the infrastructure that surrounds layer two. This includes, the basic physical structures required for the functioning of the city such as roads, waterworks, telecom and public transport. Applications in the layer for waterworks include “pipe networks, storage tanks, pumping stations, and treatment facilities. Using this technology, new facilities can be designed better, risks are reduced, and operations are optimized” (Curl et al. 2019), for energy systems include smart management of powerplants and infrastructure Ji et al. (2021), for Railways, Highways, and Bridges applications to monitor structural health and deformations very similar to those seen at the building level (Ye et al. 2019).

The fourth layer contains information related to mobility; this term refers to the movement of people during their day-to-day routines as well as the transportation of the goods that they require for the different aspects of their lives. Software packages such as SUMO are used to simulate multimodal urban mobility including walking, bicycles, motorcycles and generic parametrized vehicles. Software based simulations of rail and water transport are also available (Lopez et al., 2018). DTs can be use to increase the effectiveness of systems and monitor and control their operation in real time.

The fifth layer is known as the digital layer and corresponds to the data inputs from IoT devices in the physical world. The data flows are used to monitor and manage traffic and transportation systems, energy plants, public services, water supply infrastructure, waste management, crime detection, information systems, schools, libraries, hospitals and other community services (Dameri, et al, 2018).

In this layer, the data flow from these sources is stored and is therefore the core of the simulation, optimization and prediction functionality of the DT. The results of these analyses are then incorporated into the rest of the layers as updated useful information. There can be active data input by citizens and functionaries as well as automated collection from devices.

The sixth and final layer, is known as the DT. It is the final simulation/visualization generated with the data collected from the mobility, infrastructure, building and terrain layers (Wang et al., 2019).

These models are useful for the construction of new buildings, as the data collected in the digital layer of the DT can be used to evaluate the effects the new construction will have on its surroundings at the level of any of the layers. Examples of ways the data can be used include architectural shadow analysis, wind analysis and seismic analysis. Data can also be used to solve large scale problems such as, energy use, environmental issues and air and water quality so that policymakers can have real-time data to base their decisions on and may calculate and visualize de impact and effects of proposed actions on the citizenry (Francisco, et al, 2020, Ham y Kim, 2020). Finally, providing citizens with access to the DT system allows for more direct participation and creates feedback channels for policy and planning decision evaluation. This optimizes transport and urban planning processes and enables continuous improvement for urban planners and decisionmakers.

5. DISCUSSION

As has been shown, DTs have the potential to bring the AI revolution to the AEC industry, and as many authors have highlighted DT's essential purposes in the construction industry “include improving productivity, sustainability, safety, and achieving other organizational or project goals” (Sepasgozar 2021). Through the many applications of DT, it is easy to imagine a solution to the AEC industry's stagnated productivity, this will certainly be achieved through the optimization of processes through AI, computational techniques and automatization that will

surely reduce the number of workers needed to complete activities. This will be focused on the administrative roles and not so much at the blue-collar level, however if off-site fabrication, 3d printing and modular construction are widely adopted the trades will also face AI job displacement. Regarding sustainability, several of the applications focus on building performance, and preventive maintenance that will surely help meet the SGDs.

At the infrastructure and smart city level, there are several applications that hold much promise in terms of productivity, but that can also mean job displacement for many workers that are needed to keep infrastructure and transportation systems working. As automated transport and automated infrastructure management become more technologically viable, DTs will be at the center of their application. Sustainability is also potentialized though large-scale DT's as resource use and city management (including policy formulation and evaluation) can be greatly aided by the bi-directional flow of data that DTs can provide.

There is the risk of authoritarian governments taking draconian measures using DT, as the centralization of several systems under one model make controlling the population much easier, this should be regulated to guarantee the property and privacy rights of the citizenry. Despite this risk, DTs are hold a clear promise of a better future not only for the industry but for our built environment. The advancement of DT should therefore be pursued in such a way that the principles that have made democratic societies great can be strengthened through DT technology by the development and regulation of its use so that it becomes a tool for enhancing public participation, oversight and transparency at the private and public levels.

6. CONCLUSIONS

Although DTs are still not common place in the AEC industry, the future of the industry hinges on their adoption. Productivity, cost and sustainability goals will only be met inasmuch as technology advances

and is adopted by the industry. There will be many changes that will have to take place for this to become reality, but with adequate regulations and proper policies to address the possible challenges to workers, citizens, overall societal welfare should be increased by the massive application of DT technology by the AEC industry.

The academy is clearly focused on furthering this technology through the development of the many applications surveyed in this chapter and these efforts must be redoubled. Governments, professional associations and citizens groups must rise to the challenge that technological change brings. To this effect, further investigation on the current state of digital transformation in the AEC industry is warranted to establish the level of adoption DT technology is seeing and what can be one by the different actors to entice the industry to move not only development but practice in a direction that will benefit human freedom and welfare as discussed in this paper.

7. ACKNOWLEDGEMENTS

Universitat Politecnica de Valencia, Ana María García-Gómez, and FIABCI Colombia for their contributions to the production of this chapter.

8. REFERENCES

- AlBalkhy W., Karmaoui D., Ducoulombier L., Lafhaj Z., Linner T., (2024). Digital twins in the built environment: Definition, applications, and challenges, *Automation in Construction*, Volume 162, 2024, 105368, ISSN 0926-5805, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105368>.
- Almusaed, A., & Yitmen, I. (2023). Architectural Reply for Smart Building Design Concepts Based on Artificial Intelligence Simulation Models and Digital Twins. *Sustainability*, 15(6), 4955. <https://doi.org/10.3390/su15064955>

- Al-Sehrawy, R., Kumar, B. (2021). Digital Twins in Architecture, Engineering, Construction and Operations. A Brief Review and Analysis. In: Toledo Santos, E., Scheer, S. (eds) Proceedings of the 18th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. ICCCBE 2020. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 98. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-51295-8_64
- Ammar, A., Nassereddine, H., AbdulBaky, N., AbouKansour, A., Tannoury, J., Urban, H., & Schranz, C. (2022). Digital Twins in the Construction Industry: A Perspective of Practitioners and Building Authority. *Frontiers in Built Environment*, 8(8). <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.834671>
- Angjeliu, G., Coronelli, D., & Cardani, G. (2020). Development of the simulation model for Digital Twin applications in historical masonry buildings: The integration between numerical and experimental reality. *Computers & Structures*, 238(238), 106282. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2020.106282>
- Arora-Jonsson, S. (2023). The sustainable development goals: A universalist promise for the future, *Futures*, 146, 103087. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103087>
- Boje, C., A. Guerriero, S. Kubicki, and Y. Rezugui. 2020. "Towards a semantic construction digital twin: Directions for future research." *Autom. Constr.* 114 (Jun): 103179. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179>.
- Botín-Sanabria, D. M., A.-S. Mihaita, R. E. Peimbert-García, M. A. Ramírez-Moreno, R. A. Ramírez-Mendoza, and J. D. J. Lozoya-Santos. 2022. "Digital twin technology challenges and applications: A comprehensive review." *Remote Sens.* 14 (6): 1335. <https://doi.org/10.3390/rs14061335>.
- Broo, D. G., and J. Schooling. 2020. "Towards data-centric decision making for smart infrastructure: Data and its challenges." *IFAC-PapersOnLine* 53 (3): 90–94. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.014>.
- Bruno, S., Scioti, A., Pierucci, A., Rubino, R., Di Noia, T., & Fatiguso, F. (2022). VERBUM – virtual enhanced reality for building modelling (virtual technical tour in digital twins for building conservation). *Journal of Information Technology in Construction*, 27, 20–47. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2022.002>
- Cette, G., Nevoux, S., & Py, L. (2021). The impact of ICTs and digitalization on productivity and labor share: evidence from French firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1849967>

- Conejos, P.; Martínez, F.; Hervas, M.; Alonso, J.C. Building and Exploiting a Digital Twin for the Management of Drinking Water Distribution Networks. *Urban Water J.* 2020, 17, 704–713.
- Curl, J. M., Nading, T., Hegger, K., Barhoumi, A., & Smoczynski, M. (2019). Digital Twins: The Next Generation of Water Treatment Technology. *Journal - American Water Works Association*, 111(12), 44–50. <https://doi.org/10.1002/awwa.1413>
- Dameri, et al., Smart city implementation, Progress in IS; Springer: Genoa, Italy. B. Dixon, The technology behind the Thailand cave rescue (2018).
- El Jazzar, M., Piskernik, M., and Nassereddine, H. (2020). Digital twin in construction: An empirical analysis. EG-ICE 2020 Workshop on Intelligent Computing in Engineering, Proceedings, May, 501–510.
- Esmaceli, I. 2021. “Construction digital twin: A framework for a general contractor.” Master’s thesis, Dept. of Architecture, Construction Engineering and Built Environment, Politecnico Di Milano.
- Francisco, A., Mohammadi, N., & Taylor, J. E. (2020). Smart City Digital Twin–Enabled Energy Management: Toward Real-Time Urban Building Energy Benchmarking. *Journal of Management in Engineering*, 36(2), 04019045. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000741](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000741)
- Gadamer, H. (1981). Reason in the age of science. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gelernter, D. (1993). Mirror Worlds. Oxford University Press.
- Ghandar, A.; Ahmed, A.; Zulfiqar, S.; Hua, Z.; Hanai, M.; Theodoropoulos, G. A Decision Support System for Urban Agriculture Using Digital Twin: A Case Study With Aquaponics. *IEEE Access* 2021, 9, 35691–35708.
- Glaser, Barney y Strauss, Anselm (1967). The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research [El descubrimiento de la teoría fundamentada. Estrategias para el análisis cualitativo]. New York: Aldine
- Gokalp, M. O., K. Kayabay, M. A. Akyol, P. E. Eren, and A. Koçyiğit. 2016. “Big data for industry 4.0: A conceptual framework.” In Proc., 2016 Int. Conf. on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), 431–434. New York: IEEE.
- Grieves, M. 2014. “Digital twin: Manufacturing excellence through virtual factory replication.” White Paper 1 (2014): 1–7.

- Guevara, N.; Diaz, C.; Sguerra, M.; Martinez, M.; Agudelo, O.; Suarez, J.; Rodriguez, A.; Acuña, G.; Garcia, A. Towards the design and implementation of a Smart City in Bogotá, Colombia. *Rev. Fac. De Ing. Univ. Antioq.* 2019, 93, 41–45.
- Haiyuan, Y.; Dachuan, W.; Mengcha, S.; Qi, Y. Application of Digital Twins in Port System. *J. Phys. Conf. Ser.* 2021, 1846.
- Ham, Y., & Kim, J. (2020). Participatory Sensing and Digital Twin City: Updating Virtual City Models for Enhanced Risk-Informed Decision-Making. *Journal of Management in Engineering*, 36(3), 04020005. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000748](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000748)
- Hou, H. (Cynthia), Lai, J. H. K., Wu, H., & Wang, T. (2023). Digital twin application in heritage facilities management: systematic literature review and future development directions. *Engineering, Construction and Architectural Management*. <https://doi.org/10.1108/ecam-06-2022-0596>
- Ivanov, S.; Nikolskaya, K.; Radchenko, G.; Sokolinsky, L.; Zymbler, M. Digital Twin of City: Concept Overview. In *Proceedings of the 2020 Global Smart Industry Conference (GloSIC)*, Chelyabinsk, Russia, 17–19 November 2020.
- Ive, G. J., & Gruneberg, S. L. (2000). *The economics of the modern construction sector*. Macmillan.
- Ji, H., Li, J., Zhang, S., & Wu, Q. (2021). Research on Water Resources Intelligent Management of Thermal Power Plant Based on Digital Twins. 2021 IEEE 6th Int. Conf. On Cloud Computing and Big Data Analytics (ICCCBDA). <https://doi.org/10.1109/icccbda51879.2021.9442503>
- Jochen Teizer, Johansen, K. W., & Schultz, C. (2022). The Concept of Digital Twin for Construction Safety. *Construction Research Congress 2022*. <https://doi.org/10.1061/9780784483961.121>
- Kaewunruen, S., Sresakoolchai, J., Ma, W., & Phil-Ebosie, O. (2021). Digital Twin Aided Vulnerability Assessment and Risk-Based Maintenance Planning of Bridge Infrastructures Exposed to Extreme Conditions. *Sustainability*, 13(4), 2051. <https://doi.org/10.3390/su13042051>
- Kalantari, S., Pourjabar, S., Xu, T. B., & Kan, J. (2022). Developing and user-testing a “Digital Twins” prototyping tool for architectural design. *Automation in Construction*, 135(135), 104140. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104140>

- Khajavi, Siavash & Hossein Motlagh, Naser & Jaribion, Alireza & Werner, Liss & Holmström, Jan. (2019). Digital Twin: Vision, Benefits, Boundaries, and Creation for Buildings. *IEEE Access*. 7. 147406 - 147419. 10.1109/ACCESS.2019.2946515.
- Klinc, R., and Ž. Turk. 2019. "Construction 4.0—digital transformation of one of the oldest industries." *Econ. Bus. Rev.* 21 (3): 4. <https://doi.org/10.15458/ebr.92>.
- Lee, J., B. Bagheri, and H.-A. Kao. 2015. "A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems." *Manuf. Lett.* 3 (Dec): 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>.
- Li, H., Chan, N., Huang, T., Guo, H. L., Lu, W., & Skitmore, M. (2009). Optimizing construction planning schedules by virtual prototyping enabled resource analysis. *Automation in Construction*, 18(7), 912–918. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2009.04.002>
- Lin, Y.-C., & Cheung, W.-F. (2020). Developing WSN/BIM-Based Environmental Monitoring Management System for Parking Garages in Smart Cities. *Journal of Management in Engineering*, 36(3), 04020012. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000760](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000760)
- Liu, H., Al-Hussein, M., & Lu, M. (2015). BIM-based integrated approach for detailed construction scheduling under resource constraints. *Automation in Construction*, 53(53), 29–43. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.03.008>
- Liu, Y., Sun, Y., Yang, A., & Gao, J. (2021). Digital Twin-Based Ecogreen Building Design. *Complexity*, 2021, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/1391184>
- Liu, Z., Shi, G., Jiao, Z., & Zhao, L. (2021). Intelligent Safety Assessment of Prestressed Steel Structures Based on Digital Twins. *Symmetry*, 13(10), 1927. <https://doi.org/10.3390/sym13101927>
- López, F., Lerones, P., Llamas, J., Gómez-García-Bermejo, J., & Zalama, E. (2018). A Review of Heritage Building Information Modeling (H-BIM). *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(2), 21. <https://doi.org/10.3390/mti2020021>
- Luc, L., Hartmann, T., & Doree, A. G. (2014). Comparing Mindfulness in Manual and 4D-Supported Coordination Practices. *Construction Research Congress 2014*. <https://doi.org/10.1061/9780784413517.017>

- Lydon, G. P., Caranovic, S., Hischer, I., & Schlueter, A. (2019). Coupled simulation of thermally active building systems to support a digital twin. *Energy and Buildings*, 202, 109298. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.07.015>
- Marco Francesco Funari, Ameer Emad Hajjat, Lourenço, P. B., Oliveira, D. V., & Lourenço, P. B. (2021). A Parametric Scan-to-FEM Framework for the Digital Twin Generation of Historic Masonry Structures. *Sustainability*, 13(19), 11088–11088. <https://doi.org/10.3390/su131911088>
- The Mckinsey Global Institute. (2017). REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY [Review of REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY]. In Mckinsey Global Institute. Mckinsey and Company. www.mckinsey.com/mgi.
- Meža, S., Mauko Pranjić, A., Vezočnik, R., Osmokrović, I., & Lenart, S. (2021). Digital Twins and Road Construction Using Secondary Raw Materials. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2021/8833058>
- Moyano, J., Gil-Arizona, I., Nieto-Julián, J. E., & Marín-García, D. (2022). Analysis and management of structural deformations through parametric models and HBIM workflow in architectural heritage. *Journal of Building Engineering*, 45(45), 103274. <https://doi.org/10.1016/j.job.2021.103274>
- P. A. Lopez et al., "Microscopic Traffic Simulation using SUMO," 2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Maui, HI, USA, 2018, pp. 2575-2582, doi: 10.1109/ITSC.2018.8569938.
- Parrott, J., & Zandi, M. (2021). Overcoming the nation's daunting housing supply shortage. Washington, DC: Urban Institute.
- Paterson, M., & Higgs, J. (2005). Using hermeneutics as a qualitative research approach in professional practice. *The Qualitative Report*, 10(2), 339-357. <https://tinyurl.com/3mzud3bf>
- Pheng, L.S., Hou, L.S. (2019). The Economy and the Construction Industry. In: *Construction Quality and the Economy. Management in the Built Environment*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5847-0_2
- Ramonell, C., & Chacón, R. (2022). Towards Automated Pipelines for Processing Load Test Data on a HS Railway Bridge in Spain using a Digital Twin. *Proceedings of the ... ISARC*. <https://doi.org/10.22260/isarc2022/0033>

- Remund, D., & Aikat, D. "Deb". (2012). Drowning in Data: A Review of Information Overload within Organizations and the Viability of Strategic Communication Principles. *Information Overload*, 231–250.
<https://doi.org/10.1002/9781118360491.ch11>
- Sayan Sakhakarmi, Park, J., & Cho, C. (2019). Enhanced Machine Learning Classification Accuracy for Scaffolding Safety Using Increased Features. *Journal of the Construction Division and Management*, 145(2).
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001601](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001601)
- Schrotter, G.; Hurzeler, C. The Digital Twin of the City of Zurich for Urban Planning. *J. Photogramm. Remote Sens. Geoinf. Sci.* 2021, 88, 99–112.
- Sepasgozar, S. M. E. (2021). Differentiating Digital Twin from Digital Shadow: Elucidating a Paradigm Shift to Expedite a Smart, Sustainable Built Environment. *Buildings*, 11(4), 151.
<https://doi.org/10.3390/buildings11040151>
- Tagliabue, L. C., Cecconi, F. R., Maltese, S., Rinaldi, S., Ciribini, A. L. C., & Flammini, A. (2021). Leveraging Digital Twin for Sustainability Assessment of an Educational Building. *Sustainability*, 13(2), 480.
<https://doi.org/10.3390/su13020480>
- Taherkhani R., Mohammad Amin Ashtari, & Mohamadmahdi Aziminezhad. (2024). Digital Twin-Enabled Infrastructures: A Bibliometric Analysis-Based Review. *Journal of Infrastructure Systems*, 30(1).
<https://doi.org/10.1061/jitse4.iseng-2323>
- Teizer, Jochen & Johansen, Karsten & Schultz, Carl. (2022). The Concept of Digital Twin for Construction Safety. 1156-1165.
 10.1061/9780784483961.121.
- Wang, F., Zhuang, Y., Gu, H., & Hu, H. (2019). Automatic Generation of Synthetic LiDAR Point Clouds for 3-D Data Analysis. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 68(7), 2671–2673.
<https://doi.org/10.1109/tim.2019.2906416>
- Wang, W.-C., Weng, S.-W., Wang, S.-H., & Chen, C.-Y. (2014). Integrating building information models with construction process simulations for project scheduling support. *Automation in Construction*, 37(37), 68–80.
<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.009>
- White, G.; Zink, A.; Codecá, L.; Clarke, S. A digital twin smart city for citizen feedback. *Cities* 2021, 110, 103064.

- Whitlock, K., Abanda, F. H., Manjia, M. B., Pettang, C., & Nkeng, G. E. (2018). BIM for Construction Site Logistics Management. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 8(1), 47–55.
<https://doi.org/10.32738/jepm.201801.0006>
- Wright, L.; Davidson, S. How to tell the difference between a model and a digital twin. *Adv. Model. Simul. Eng. Sci.* 2020, 7, 13.
- Ye, C., Butler, L., Calka, B., Iangurazov, M., Lu, Q., Gregory, A., Girolami, M., & Middleton, C. (2019). A Digital Twin of Bridges for Structural Health Monitoring. *Structural Health Monitoring* 2019, 0(0).
<https://doi.org/10.12783/shm2019/32287>
- Zhao, L., Zhang, H., Wang, Q., & Wang, H. (2021). Digital-Twin-Based Evaluation of Nearly Zero-Energy Building for Existing Buildings Based on Scan-to-BIM. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 1–11.
<https://doi.org/10.1155/2021/6638897>
- Zhou, M.; Yan, J.; Feng, D. Digital Twin Framework and Its Application to Power Grid Online Analysis. *CSSE J. Power EnergySyst.* 2019, 5, 391–398.
- Biset, E. (2011). Ontología política. Esbozo de una pregunta. *Revista de Filosofía*, 27 (1), 121-136. Universidad Nacional de Córdoba

SEGUNDA PARTE

INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES

DESARROLLO DE LINEAMIENTOS ÉTICOS SOBRE EL USO DE LA IA EN EDUCACIÓN SUPERIOR A TRAVÉS DE MODELOS DE LENGUAJE DE GRAN ESCALA

ANTONIO ALONSO-GONZÁLEZ
Universidad El Bosque

JAIME A. GOMEZ
University of San Diego

CARLOS RUEDA-ARMENGOT
Universitat Politècnica de València (UPV)

PEDRO NEL VALBUENA-HERNÁNDEZ
Universidad El Bosque

1. INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (en adelante, IA) está remodelando el panorama de las Instituciones de Educación Superior (en adelante, IES), ofreciendo oportunidades sin precedentes para personalizar el aprendizaje, optimizar los procesos administrativos y abrir nuevos caminos en la investigación. Sin embargo, la adopción de estas tecnologías plantea importantes desafíos éticos que las instituciones deben abordar para asegurar que su uso esté alineado con los principios de equidad, transparencia y respeto por la privacidad de los estudiantes y la comunidad educativa.

Y es que en los últimos años la integración de la IA en las IES se ha acelerado, implicando una transformación disruptiva en la manera en que se enseña y aprende (Gallent-Torres, Zapata-González, & Ortego-Hernando, 2023). Desde sistemas adaptativos de aprendizaje hasta herramientas de análisis predictivo, la IA está redefiniendo el paisaje educativo, facilitando experiencias de aprendizaje personalizadas y mejorando la eficiencia operativa de las instituciones. Sin embargo, esta

adopción no está exenta de desafíos. La preocupación por la privacidad de los datos, la equidad en el acceso a tecnologías avanzadas y la transparencia en el uso de algoritmos, son temas críticos que deben ser abordados para garantizar una implementación ética de la IA en la educación superior (Memarian & Doleck, 2023; Mora Naranjo *et al.*, 2023). Es por ello por lo que la ética emerge como un pilar fundamental en la implementación de la IA en las IES. La necesidad de desarrollar un marco ético que guíe el uso responsable de la IA es imperativa para proteger los derechos y la dignidad de todos los actores involucrados. Los principios de justicia, equidad, transparencia y responsabilidad deben ser incorporados al diseño, desarrollo y despliegue de soluciones de IA (Slimi & Carballido, 2023). Además, es crucial fomentar una cultura de reflexión ética entre estudiantes, profesores y administradores para prepararlos en los desafíos que presenta la era digital (Mouta, Pinto-Llorente & Torrecilla-Sánchez, 2023). La educación en ética centrada en la IA no solo debe abordar los dilemas morales que surgen del uso de la tecnología, sino también promover una comprensión profunda de cómo la tecnología afecta a la sociedad y a los individuos (Zhang *et al.*, 2023).

En este contexto, las herramientas de IA Generativas basadas en Modelos de Lenguaje de Gran Escala, también conocidos en su término anglosajón como *Large Language Models* (en adelante, *LLMs*), han ganado atención por su capacidad para generar contenido textual coherente y relevante, lo que abre nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje. Herramientas como *Generative Pre-trained Transformer* (en adelante, ChatGPT) de OpenAI, Gemini de Google o Copilot de Microsoft, representan una de las áreas más prometedoras y desafiantes de la IA en educación. Su capacidad para generar texto coherente y relevante basado en enormes conjuntos de datos de lenguaje ha abierto nuevas posibilidades para la creación de contenido educativo, la tutoría automatizada y la asistencia en la investigación, por mencionar algunos usos. Sin embargo, la implementación de herramientas de IA basadas en *LLMs* plantea preguntas éticas significativas relacionadas con la autenticidad del trabajo estudiantil o docente, el sesgo en los modelos de

lenguaje y la interpretación de información generada por IA (Yu & Yu, 2023). Abordar estas preocupaciones éticas es esencial para asegurar que las herramientas de IA basadas en *LLMs* contribuyan positivamente a los objetivos educativos, fomentando un entorno de aprendizaje que valora la integridad académica y promueve la equidad (Southgate, 2020).

Este artículo propone una reflexión donde examinar las implicaciones del uso de estas herramientas de IA en las IES, centrándose la investigación en los aspectos éticos y con un enfoque particular en las herramientas de IA basadas en *LLMs*, con el fin de enunciar recomendaciones y mejores prácticas al respecto. Para ello se fijan como objetivos la revisión exhaustiva del estado del arte en lo referente a la ética y la aplicación y uso de la IA en las IES, específicamente en estas implicaciones éticas en relación con herramientas de IA basadas en *LLMs*, realizándose además este proceso con el apoyo de estas mismas herramientas, y concretamente utilizando ChatGPT en su versión 4.0. Esto permitirá profundizar en el análisis y discusión de la literatura existente identificada, para así poder ofrecer como resultado un marco ético consolidado para la implementación de la IA en las IES, el cual estará dirigido al personal docente, estudiantes, administrativos, órganos de gobierno, y a cualquier grupo de interés miembro de la comunidad académica que pueda verse afectado a la hora de afrontar dilemas y desafíos éticos derivados del uso de la IA en la educación superior.

2. OBJETIVOS

La investigación recogida en el presente documento tendrá como objetivos tres ejes fundamentales que se enuncian a continuación:

- Evaluar el estado actual de ética y la IA en las IES: Mediante una extensa revisión de la Literatura y Estado del Arte actual, se detallará cómo las IES están integrando actualmente la IA en sus prácticas pedagógicas y administrativas, identificando tanto las oportunidades, como los dilemas, problemas o desafíos éticos asociados.

- Examinar las implicaciones éticas del uso y aplicación de herramientas de IA basadas en *LLMs* en IES: Investigar específicamente en dicha revisión bibliográfica las implicaciones éticas del uso de estas herramientas en la educación superior, incluyendo preocupaciones éticas sobre privacidad, sesgo, y autenticidad, entre otras, al ser estas herramientas de IA basadas en *LLMs* las más populares y de uso más común y extendido entre los públicos de IES.
- Desarrollar un marco ético para la implementación de la IA en las IES: Derivado del trabajo realizado en la presente investigación, se propondrá un marco ético para guiar la implementación y el uso responsable de la IA en las IES, enfocado en principios éticos de justicia, equidad, transparencia, y responsabilidad.

3. METODOLOGÍA

La realización de la presente investigación se llevó a cabo en dos partes claramente diferenciadas: Revisión de la Literatura y Aplicación de herramientas de IA basadas en *LLMs* para el análisis de la información. En cuanto a la Revisión de la Literatura, se realizó una búsqueda de fuentes de información secundaria a través de la plataforma de Google Scholar durante la última semana de marzo y primera de abril del presente año 2024, pudiendo seleccionar 19 fuentes de interés como base constitutiva de esta revisión en función de los siguientes criterios:

1. La parametrización de las búsquedas se realizó para ofrecer resultados de fuentes disponibles a partir de una fecha de publicación de 2020 o posterior
2. Se exigieron en las búsquedas que las palabras clave utilizadas aparecieran todas en el título de la fuente, no incluyendo citas ni patentes
3. Se priorizaron las fuentes de información abiertas, disponibles

o descargables que provinieran de revistas o publicaciones científicas, no teniendo en consideración trabajos de grado, artículos periodísticos o de opinión

4. Se filtraron los resultados para ofrecer artículos con enfoque generalista y polivalente, descartando los casos de análisis, revisión o aplicación específica, o casos de estudio con un espectro o alcance limitado
5. Las palabras clave utilizadas fueron “Artificial Intelligence Ethics Education” (obteniendo 53 resultados a analizar), “AI Ethics Education” (obteniendo 71 resultados), “Inteligencia Artificial Ética Educación” (obteniendo 10 resultados), “IA Ética Educación” (obteniendo 1 resultado), de los cuales eliminando las referencias no disponibles o que no tenían relación directa con la presente investigación, pudieron aprovecharse 19 fuentes de interés listadas en el apartado “8. Referencias” del presente documento, que se agregaron a otras fuentes complementarias para el desarrollo de la investigación
6. Una vez se tuvieron estas 19 fuentes de interés derivadas de este proceso de búsqueda a través de Google Scholar, se procedió a la siguiente fase de Aplicación de herramientas de IA basadas en LLMs para el análisis de esta información, teniendo como herramientas de IA candidatas ChatGPT 4.0 de OpenAI, Gemini de Google y Copilot de Microsoft, como las más conocidas y de mayor reconocimiento, seleccionando la opción de ChatGPT 4.0 al disponer de la versión licenciada que permitía la subida de documentos PDFs para su análisis correspondiente. El proceso se realizó de la siguiente manera:
7. Las 19 fuentes seleccionadas de la plataforma Google Scholar fueron descargadas en formato PDF y subidas a ChatGPT 4.0 utilizando el siguiente prompt: “Analizar el siguiente adjunto en formato de artículo científico, ofreciendo la siguiente información:

- a. Resumen del artículo con un máximo de 600 palabras.
 - b. Citar las 3 principales conclusiones del artículo con un máximo de 100 palabras cada una.
 - c. Cita de este documento según Normas APA 7ma edición”
8. Los autores del presente trabajo utilizaron la información y respuestas compiladas desde la herramienta ChatGPT 4.0 del literal a. para poder elaborar el apartado “4. Resultados” y la información del literal b. para la elaboración del apartado “5. Discusión”, en función de los 3 objetivos de la presente investigación enunciados en el apartado “2. Objetivos”
 9. Finalmente, los autores desarrollaron las conclusiones derivadas de todo este proceso e investigación en el apartado “6. Conclusiones”, donde también se utilizaron dichas fuentes para que a través del uso de la herramienta ChatGPT 4.0, se formulara el marco ético a modo de decálogo de 10 lineamientos y recomendaciones a ofrecer a la comunidad académica de IES en referencia al uso y aprovechamiento ético de las herramientas de IA, y los cuales fueron revisados por los autores para eliminar la posibilidad de alucinaciones o errores en la propuesta

4. RESULTADOS

La integración de la IA en la educación superior es un fenómeno en rápido crecimiento y que promete transformar la enseñanza, el aprendizaje y la administración dentro de las instituciones académicas. Sin embargo, esta transformación viene acompañada de una serie de desafíos éticos que deben ser cuidadosamente examinados y abordados. A través de una revisión de la literatura basada en 19 fuentes recientes debidamente identificadas y seleccionadas, se va a dar paso a la exploración de

las dimensiones de estos desafíos éticos y las oportunidades que la IA presenta en el ámbito educativo superior, con el apoyo en la analítica de las fuentes de datos seleccionadas de la herramienta de IA basada en *LLMs* ChatGPT 4.0.

4.1. CONTEXTO GENERAL SOBRE ÉTICA E IA EN IES

La evolución del uso de la IA en IES y sus implicaciones éticas está ya bien documentada por autores como du Boulay (2022), el cual analiza dichos desafíos éticos desde sus primeros usos en los años 70 del siglo pasado, hasta el estado actual del campo, identificando que originalmente la mayoría de las herramientas de IA estaban enfocadas en el estudiante, existiendo ahora ya herramientas dirigidas a profesores y administradores, considerándose además los aspectos afectivos y motivacionales del aprendizaje, más allá de los cognitivos. Sin embargo, indica el autor que los problemas éticos que anteriormente no eran tan evidentes ahora son prominentes debido a los temores legítimos de que la autonomía de los estudiantes y profesores podría verse comprometida, que los datos de los alumnos podrían ser recopilados y mal utilizados para otros propósitos, y que la IA podría introducir sesgos adicionales en decisiones educativas y aumentar la inequidad existente. Si nos centramos en estudios que realizaron una revisión similar sobre las implicaciones de la IA en la ética desde la aproximación de las IES, el artículo de Bond *et al.* (2024) destaca la necesidad de una mayor colaboración ética y rigor en este campo, revelando que la mayoría de herramientas de IA aplicadas en IES se concentran en sistemas adaptativos y de personalización, perfilamiento y predicción, y en menor medida, en la evaluación y tutoría inteligente, identificándose brechas significativas en términos de consideraciones éticas, metodológicas y contextuales, así como la necesidad de enfoques interdisciplinarios.

En esta misma línea, De la Ossa *et al.*, (2023), investigan la literatura científica de los años 2018 a 2023, centrándose en las implicaciones éticas de implementar la IA en prácticas de aulas educativas. Los autores identifican una notable escasez de producción investigativa que aporte

datos sobre este tema, lo que señala un vacío conceptual y teórico significativo. La revisión revela la urgente necesidad de los docentes de reflexionar y debatir sobre los desafíos generados por estas nuevas tecnologías en los sistemas educativos globales y comenzar a documentar, a través de investigaciones de campo, cómo la IA implementada en procesos de enseñanza-aprendizaje desarrolla los axiomas morales actuales, subrayando la importancia de abordar las cuestiones éticas relacionadas con la IA en la educación, no solo desde una perspectiva teórica sino también práctica, mediante la documentación de experiencias en el aula. También el artículo de Mouta, Pinto-Llorente & Torrecilla-Sánchez (2023) lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura sobre las implicaciones éticas de la implementación de la IA en la educación, abarcando desde 2011 hasta 2022 y enfocándose en analizar diversas aplicaciones y objetivos de la IA en el contexto educativo para identificar carencias inherentes en el cuerpo existente de literatura. Este trabajo pone de relieve los puntos ciegos de la investigación en este campo y ofrece perspectivas para repensar la ética en la educación en la era de la IA, explorando las implicaciones para la formación docente, y subrayando el papel crítico de los educadores para asegurar el uso ético de estas herramientas de IA en la educación superior con la apertura de debates éticos en torno a su desarrollo e implementación.

En este mismo enfoque y aproximación, el artículo de Memarian & Doleck (2023) ofrece una revisión sistemática de la literatura sobre los términos de Justicia, Responsabilidad, Transparencia y Ética en la IA aplicada a la educación superior, analizando cómo se han definido y estudiado estos conceptos en relación con la IA en el contexto educativo. Los autores destacan también la escasez de trabajo realizado sobre Responsabilidad y Transparencia, así como la amplitud y complejidad de la cuestión Ética, sugiriendo la necesidad de futuras investigaciones que cierren la brecha entre términos y conceptos, y que estudien más a fondo su déficit de resultados investigativos de una manera más longitudinal, accesible y reproducible. Finalmente, para terminar con esta contextualización sobre el estado de la ética en la aplicación de herramientas de

IA en IES, es interesante citar el estudio realizado por Yu & Yu (2023), el cual proporciona un análisis cualitativo y cuantitativo sobre la ética de la IA en la educación, concluyendo que la esencia de la ética de la IA para fines educativos incluye deontología, utilitarismo y virtud, mientras que los principios de la ética de la IA en la educación incluyen transparencia, justicia, equidad, no maleficencia, responsabilidad y privacidad.

4.2. HERRAMIENTAS DE IA BASADAS EN *LLMs* Y SU APLICACIÓN EN IES

Profundizando en la especificidad del uso de herramientas de IA basadas en *LLMs* y afines en IES, así como sus implicaciones éticas derivadas, el artículo de Gallent-Torres, Zapata-González & Ortego-Hernando (2023) examina el impacto de la IA Generativa en la educación superior, con un enfoque particular en las implicaciones éticas y la integridad académica desde una perspectiva tripartita (estudiantes, profesores y centros educativos), afirmando los autores que la implementación de herramientas como ChatGPT, Humata.ai, y Sudowrite en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación presenta oportunidades significativas para la personalización del aprendizaje, generación de recursos educativos, y mejora de la interactividad. Sin embargo, también emergen desafíos importantes relacionados con la fiabilidad de la información, la transparencia de las fuentes, la accesibilidad, la privacidad y la seguridad de los datos, así como nuevas formas de plagio y fraude académico, debiéndose integrar la IA Generativa en las aulas universitarias de manera ética y eficaz.

Otro trabajo que analiza el uso de estas herramientas de IA basadas en *LLMs* es el desarrollado por Dellepiane y Guidi (2023), que examinan los desafíos y oportunidades que la IA presenta en el ámbito educativo desde una perspectiva ética utilizando la plataforma ChatGPT como estudio de caso, destacando la tensión existente entre el potencial de la IA para resolver problemas y los riesgos asociados con la violación de derechos humanos, el acceso a la educación y la inclusión educativa. Su análisis se centra en cuatro líneas principales: el aprendizaje adaptativo, la planificación curricular, el rol docente y el mundo del trabajo, y

exponen los autores la posibilidad que la IA ofrece para personalizar la experiencia educativa y atender las necesidades individuales de los estudiantes, pero planteando también interrogantes sobre las representaciones sociales de la relación humano-máquina y las implicaciones éticas de su implementación. El documento subraya la necesidad de un enfoque multidisciplinario en la investigación y desarrollo de IA en educación que involucre a especialistas de diversas áreas para asegurar que las innovaciones tecnológicas benefician a todos equitativamente y respetan los principios éticos fundamentales.

4.3. PROBLEMAS, DESAFÍOS Y DILEMAS ÉTICOS DERIVADOS DEL USO DE LA IA EN IES

Respecto a las principales problemáticas y dilemas éticos que pudieran derivarse del uso de herramientas de IA en IES, Huang (2023) destaca cómo los avances en la IA pueden mejorar significativamente la eficiencia y efectividad de la educación, promoviendo una educación inteligente e interactiva, pero también conllevando riesgos de violaciones de privacidad y fugas de datos, lo que plantea amenazas graves a la seguridad de la información personal de los estudiantes, y por tanto serias implicaciones éticas en relación a la información personal de los mismos. En la misma línea de investigación se desarrolla el trabajo de Leta y Vancea (2023), el cual aborda las implicaciones éticas de la implementación de la IA en la educación, destacando la importancia de considerar la privacidad, la equidad, el sesgo y el impacto en la relación docente-estudiante, pues a medida que la IA se integra en el ámbito educativo, emergen desafíos éticos significativos que trascienden las consideraciones técnicas, enfocándose en aspectos como la transparencia, la rendición de cuentas y el impacto global en los resultados educativos. Así mismo, Mora Naranjo *et al.*, (2023) abordan la implementación de la IA en instituciones privadas de educación superior, destacando la identificación de numerosos desafíos éticos y de responsabilidad, mediante la exploración de las percepciones y actitudes hacia la ética en la implementación de la IA, señalando preocupaciones significativas sobre la

privacidad de datos, la equidad en el acceso a la IA y la transparencia de los algoritmos, y subrayando la necesidad de pautas éticas claras y adaptadas al contexto, así como la importancia de la participación de la comunidad educativa en el establecimiento de prácticas éticas.

En este punto puede surgir la pregunta sobre si los dilemas éticos que implican el uso de la IA en el aula solo se restringen a la educación superior, y se observa que la respuesta en este sentido sería negativa, por los avances mostrados en las investigaciones de Akgun y Greenhow (2022), los cuales centraron sus estudios en las aplicaciones y desafíos éticos de la IA en la educación primaria y secundaria, concluyendo que a pesar de los beneficios potenciales de la IA para apoyar los procesos de aprendizaje de los estudiantes y las prácticas docentes, existen desafíos éticos y riesgos sociales significativos que a menudo no se consideran completamente en estos contextos educativos, entre los que se incluyen sesgos en los algoritmos, violaciones de la privacidad, y una supervisión que puede afectar la autonomía de estudiantes y profesores.

Debido a las problemáticas expuestas hasta ahora, debemos preguntarnos cómo de preparados están, no solo las instituciones educativas y los docentes, sino los propios estudiantes frente a estos dilemas éticos que implica el uso de la IA. El estudio de Jang, Choi y Kim (2022) se interesa por esta cuestión, centrándose en el desarrollo y validación de un instrumento para medir las actitudes de los estudiantes universitarios hacia la ética de IA valorando cinco dimensiones: transparencia, justicia, privacidad, responsabilidad y no maleficencia. La investigación demostró diferencias significativas en las actitudes hacia la ética de la IA basadas en el género y la experiencia previa en educación sobre estas herramientas de los estudiantes. En la misma línea, Zhang *et al.* (2023) discuten sobre la integración de la ética en la educación sobre IA con el objetivo de preparar a los estudiantes para ser consumidores y desarrolladores responsables de IA, pues el rápido crecimiento de la IA en la sociedad moderna ha traído consigo implicaciones técnicas, sociales y humanas interrelacionadas que son especialmente relevantes para los estudiantes de

primaria, secundaria y educación superior, quienes interactúan con la IA diariamente a través de la tecnología.

4.4. SOLUCIONES Y PROPUESTAS DE INTERÉS ÉTICO SOBRE EL USO DE LA IA EN IES

También es importante mencionar iniciativas que estén buscando soluciones frente a estos desafíos y dilemas éticos que implican la adopción y uso de la IA en IES, proponiendo enunciados o alineaciones que permitan orientar sobre la aplicación de estas herramientas y su correcto uso, hacia postulados o lineamientos más a largo plazo como por ejemplo los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la Declaración de Derechos Humanos de Naciones Unidas, u otros similares o de más reciente creación. En esta línea de investigación, Auger *et al.* (2020) desarrollan un trabajo centrado en la integración de la ética de IA en la educación primaria, secundaria y superior, promoviendo el desarrollo responsable de la IA en línea con la Declaración de Montreal, con el objetivo de proponer un programa educativo flexible a nivel universitario y de colegio que se enfoque en las principales preocupaciones éticas alrededor de la IA, para así abordarlas y tomar acciones pertinentes en sus comunidades educativas.

También el artículo de Flores-Vivar & García-Peñalvo (2023) analiza la incorporación de la IA en contextos educativos subrayando las potencialidades, retos y consideraciones éticas bajo el marco del ODS referido a la Educación de Calidad (ODS4) de la Agenda 2030. A través de una revisión documental de informes y estudios, los autores discuten cómo la IA puede enriquecer el proceso educativo ofreciendo personalización y asistencia, pero también cómo suscita preocupaciones sobre el reemplazo del personal docente, la privacidad de datos y la equidad en el acceso a la educación, proponiendo el desarrollo de programas educativos que incluyan la alfabetización en IA para estudiantes y formación para profesores, subrayando la importancia de abordar las implicaciones éticas de estas tecnologías, y sugiriendo así mismo la creación de un Observatorio Ético para monitorear y guiar la integración de la IA en la

educación para fomentar un uso que respete los derechos humanos y fomente la inclusión. El trabajo de Slimi & Carballido (2023) va en esta misma línea, examinando los desafíos éticos de la IA en la educación superior con un profundo análisis de las políticas de ética de la IA a nivel global. A través de la comparación del discurso de siete políticas de ética de IA de entidades como la UNESCO, el Gobierno de China, la Comisión Europea, Google, MIT, Stanford HAI y Carnegie Mellon, se destacan las necesidades de colaboración entre partes interesadas para abordar retos, enfatizando en la importancia del uso justo de la IA y la protección de individuos (especialmente aquellos con características vulnerables), y la necesidad de evitar sesgos de género en el desarrollo de algoritmos, conjuntos de datos de aprendizaje y toma de decisiones de IA. La investigación subraya la necesidad de altos estándares en la recopilación de datos, etiquetado y documentación de algoritmos para asegurar la trazabilidad y apertura, y aboga por el estudio de implicaciones éticas, sociales y políticas de la IA para garantizar su desarrollo y despliegue responsable en la educación superior.

Cabe mencionar para finalizar este punto el reporte técnico de Southgate (2020), el cual se adentra en las implicaciones éticas y de equidad de la IA en la educación superior, abogando por un acercamiento fundamentado en la Declaración de Derechos Humanos de Naciones Unidas para explorar cómo estas herramientas pueden ser diseñadas, implementadas y gobernadas éticamente en este contexto. El documento resalta la necesidad de una comprensión básica de la IA por parte de educadores, administradores y líderes universitarios para fomentar un diálogo informado y una toma de decisiones democrática sobre su uso ético, enfatizando en la importancia de abordar los retos únicos que la IA presenta para la equidad en la educación, y confrontando las vistas comunes sobre discriminación. A través de la revisión de políticas y guías de IA a nivel global, se subraya la urgencia de colaboración entre todas las partes interesadas para enfrentar desafíos como algoritmos sesgados, toma de decisiones automatizada y desplazamiento humano, con el objetivo de promover un uso justo y equitativo.

5. DISCUSIÓN

Se va a realizar la discusión del presente trabajo de investigación en función de los 3 objetivos trazados en su inicio:

5.1. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE ÉTICA Y LA IA EN LAS IES

Se ha podido apreciar que la integración de la IA en las IES ha avanzado rápidamente, prometiendo revolucionar la enseñanza y el aprendizaje mediante la personalización y la eficiencia, como indican Akgun & Greenhow (2022). Sin embargo, esta evolución viene acompañada de importantes consideraciones éticas, tales como la equidad en el acceso a la tecnología, la transparencia en su aplicación y el respeto por la privacidad de los datos de los estudiantes, aspectos señalados por Huang (2023) y Memarian & Doleck (2023). Estos desafíos éticos son fundamentales en el contexto de la educación superior, donde el objetivo es formar ciudadanos responsables y críticos, capaces de navegar y moldear un mundo tecnológicamente avanzado.

Como apuntaron Dellepiane & Guidi (2023) y Flores-Vivar & García-Peñalvo (2023), el estado actual de la ética y la IA en la educación superior refleja una creciente conciencia sobre la necesidad de integrar consideraciones éticas en el diseño, desarrollo y despliegue de estas tecnologías. Las instituciones académicas están comenzando a reconocer la importancia de desarrollar marcos éticos y políticas que guíen el uso responsable de la IA. Sin embargo, la implementación efectiva de estos marcos aún enfrenta obstáculos, incluyendo la falta de una comprensión profunda de las implicaciones éticas de la IA entre educadores y administradores, así como la necesidad de políticas claras y coherentes que aborden estos desafíos, como señala Southgate (2020).

La revisión de la literatura realizada sugiere que, aunque se han logrado avances en la incorporación de la ética en la educación sobre IA, aún queda mucho por hacer para asegurar que sus beneficios se distribuyan de manera justa y que sus riesgos se mitiguen eficazmente, como se expuso en los trabajos de Gallent-Torres, Zapata-González & Ortego-

Hernando (2023) y Mouta, Pinto-Llorente & Torrecilla-Sánchez (2023). Es imperativo que las IES adopten un enfoque proactivo, informado y multidisciplinario para abordar estas cuestiones, involucrando a todos los actores del ecosistema educativo en el diálogo y la acción, como indican Slimi & Carballido (2023). También es importante comentar que las IES deberían favorecer metodologías de innovación aplicada en sus procesos de creación, gestión y transmisión del conocimiento hacia su diferentes y variados *stakeholders*, como manifiestan Mauri-Castello, Alonso-Gonzalez & Peris-Ortiz (2018), siendo la aplicación ética de las herramientas de IA una vía sumamente importante y a considerar a la hora de maximizar la eficiencia de estos procesos, y no solo ceñirse a las instituciones universitarias convencionales, sino también a las universidades corporativas de las grandes empresas, para incrementar así su impacto en cuanto a innovación social, sostenibilidad y transferencia tecnológica, como argumentan Alonso-Gonzalez, Peris-Ortiz & Palacios-Chacon (2018).

5.2. IMPLICACIONES ÉTICAS SOBRE EL USO DE HERRAMIENTAS DE IA BASADAS EN *LLMs* EN IES

Las herramientas de IA basadas en *LLMs*, como ChatGPT, Gemini o Copilot, han introducido posibilidades innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior, permitiendo desde la generación automática de contenido hasta la tutoría personalizada, como señalan Yu & Yu (2023). Sin embargo, el uso de estas herramientas también plantea desafíos éticos significativos, pues pueden perpetuar y amplificar sesgos existentes en los datos sobre los que se entrenan, resultando en recomendaciones y decisiones discriminatorias que afectan negativamente a los estudiantes, como sugieren Zhang *et al.*, (2023). Además, la cuestión de la autenticidad del trabajo estudiantil y la propiedad intelectual se vuelve más compleja con el uso de herramientas de IA basadas en *LLMs*, desafiando las normativas académicas tradicionales y planteando preguntas sobre la originalidad y el plagio. Así mismo, la aplicación y uso ético de estas herramientas por parte del profesorado de IES también puede

impactar en el desarrollo de sus carreras profesionales y la percepción que sus grupos de interés pueden tener sobre ellos mismos, por ejemplo mejorando el posicionamiento de su Marca Personal, en la línea de los estudios realizados por Chaparro-Guevara, Ospina-Estupiñán & Alonso-Gonzalez (2019), Cortes-Arevalo, Sanchez-Saenz & Alonso-Gonzalez (2016) y Velasquez-Arana, Carvajal-Vasquez, & Alonso-Gonzalez (2017), cobrando este elemento más importancia si cabe si nos referimos al potencial de estas herramientas de IA a la hora de maximizar procesos de innovación, gestión del conocimiento y desarrollo sostenible, como indican Alonso-Gonzalez, Peris-Ortiz & Cao-Alvira (2018).

Por tanto, se puede concluir que la transparencia en el funcionamiento de las herramientas de IA basadas en *LLMs* y la rendición de cuentas por las decisiones que toman o facilitan son esenciales para su implementación ética en las IES. Es crucial que los estudiantes y educadores comprendan cómo se generan sus respuestas y que existan mecanismos para cuestionar y corregir resultados inapropiados o incorrectos. A medida que estas tecnologías basadas en IA se integran más profundamente en los sistemas educativos, la necesidad de un enfoque ético que considere los impactos sociales y personales de su aplicación se vuelve cada vez más importante.

5.3. MARCO ÉTICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA IA EN LAS IES

1. Para desarrollar este apartado, se utilizó de nuevo la herramienta ChatGPT 4.0 para que, con todos los insumos y reflexiones realizadas y plasmadas en el presente documento, se le solicitara a la IA que pudiera ofrecernos un marco ético compilado en 10 lineamientos, guías o recomendaciones sobre la aplicación ética de las herramientas de IA en IES, las cuales fueron revisadas por los autores y presentadas a continuación:
2. Transparencia Operativa: Asegurar que los algoritmos de IA y los procesos de toma de decisiones sean transparentes y comprensibles para todos los usuarios de las IES

3. Consentimiento Informado: Obtener el consentimiento informado de los miembros de la comunidad académica a la hora de recopilar, analizar o utilizar sus datos para cualquier propósito relacionado con la IA
4. Privacidad y Protección de Datos: Implementar medidas sólidas de protección de datos para asegurar la privacidad de la información personal, en línea con las leyes y regulaciones locales e internacionales
5. Equidad y No Discriminación: Desarrollar y utilizar sistemas de IA que promuevan la equidad y eviten la discriminación de los miembros de la comunidad académica, garantizando que no se perpetúen sesgos existentes en los datos o algoritmos
6. Responsabilidad y Rendición de Cuentas: Establecer claras líneas de responsabilidad para las decisiones tomadas en las IES con el apoyo de sistemas de IA, asegurando que siempre haya supervisión humana en la rendición de cuentas con transparencia y veracidad
7. Participación de la Comunidad Educativa: Incluir a estudiantes, profesores, y otros stakeholders en el proceso de toma de decisiones sobre la implementación y uso de la IA, fomentando una cultura de inclusión y diálogo abierto
8. Educación y Formación en Ética de la IA: Ofrecer programas de formación continua para educadores, administradores y estudiantes sobre los aspectos éticos de la IA, preparándolos para enfrentar dilemas, problemas y desafíos éticos, y propender hacia la toma de decisiones informadas
9. Innovación Responsable: Promover una cultura de innovación responsable que considere las implicaciones éticas, sociales y ambientales del desarrollo y uso de la IA en las IES

10. Monitoreo Continuo y Evaluación de Impacto: Realizar evaluaciones de impacto ético y social de manera regular para monitorear los efectos de la IA en la comunidad educativa y ajustar las políticas y prácticas según sea necesario
11. Colaboración y Diálogo Intersectorial: Fomentar la colaboración entre IES, desarrolladores de IA, reguladores, sector productivo y otros actores relevantes para compartir mejores prácticas, desafíos y soluciones en la implementación ética de la IA

6. CONCLUSIONES

La integración de la IA en las IES se ha consolidado como una fuerza transformadora con el potencial de redefinir la enseñanza, el aprendizaje y la gestión educativa. Esta revolución tecnológica, personificada en herramientas como los *LLMs*, promete una educación más personalizada, accesible y eficiente. Sin embargo, su implementación viene acompañada de una serie de consideraciones éticas fundamentales que requieren una reflexión profunda y medidas cuidadosas para garantizar que la tecnología se despliegue de manera justa y responsable. El presente documento ha explorado exhaustivamente el paisaje actual de la IA en la educación superior, poniendo especial énfasis en los aspectos éticos y en la implementación de las herramientas de IA basadas en *LLMs*, a través de una revisión sistemática de la literatura y el análisis de fuentes y referencias con el apoyo de ChatGPT 4.0, identificándose tanto las oportunidades como los desafíos éticos que plantea la IA en este contexto educativo.

Los hallazgos de esta investigación subrayan la dualidad inherente a la IA en las IES: por un lado, su capacidad para enriquecer la experiencia educativa a través de la personalización del aprendizaje y la eficiencia operativa; por otro, los riesgos éticos que plantea, incluidos los relacionados con la privacidad, la equidad y la transparencia. Estos desafíos éticos son cruciales en el contexto de las IES, donde el objetivo es formar ciudadanos responsables y críticos en un mundo tecnológicamente avanzado. Para navegar este complejo panorama, se propone un marco

ético para la implementación de la IA en las IES centrado en principios fundamentales como la transparencia, el consentimiento informado, la protección de la privacidad, la equidad, la responsabilidad y la inclusión de la comunidad educativa en el proceso de toma de decisiones, entre otros elementos, buscando fomentar una cultura de innovación responsable y asegurar que los beneficios de la IA se distribuyan de manera equitativa, mientras se mitigan sus riesgos potenciales. Además, el marco ético propuesto destaca la importancia de la educación y la formación en ética de la IA, no solo para abordar los dilemas morales que surgen de su uso, sino también para promover una comprensión más profunda de cómo la tecnología afecta a la sociedad y a los individuos. La preparación de educadores, administradores y estudiantes para enfrentar estos desafíos éticos es esencial para asegurar un despliegue ético y efectivo de la IA en la educación superior.

En conclusión, mientras que la IA ofrece posibilidades transformadoras para la educación superior, su implementación exitosa y ética requiere un enfoque cuidadoso que equilibre la innovación con la responsabilidad social. La presente investigación contribuye al diálogo en curso sobre la ética de la IA en las IES, proporcionando *insights* valiosos para académicos, educadores y reguladores. Al adoptar un enfoque proactivo e informado, las IES pueden liderar el camino hacia un futuro donde la tecnología y la ética coexisten en armonía, beneficiando a toda la comunidad educativa.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Los autores del presente documento queremos agradecer el apoyo que nuestras instituciones nos dieron en cuanto a la dedicación de tiempo y recursos para poder realizar y llevar a cabo la presente investigación, mencionando por ello a la Universidad el Bosque, de Bogotá D.C., Colombia; a la Universidad Politécnica de Valencia, de Valencia, España; y a CETYS Universidad, de Baja California, México.

8. REFERENCIAS

- Alonso-Gonzalez, A., Peris-Ortiz, M. & Cao-Alvira, J. J. (2018). Personal Branding as a Knowledge Management Tool to Enhance Innovation and Sustainable Development in Organizations. En Peris-Ortiz, M., Ferreira, J. J. & Merigo-Lindahl, J. M. (Eds.) *Knowledge, Innovation and Sustainable Development in Organizations: A Dynamic Capabilities Perspective* (pp. 113-129). Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-74881-8
- Alonso-Gonzalez, A., Peris-Ortiz, M. & Palacios-Chacon, L. A. (2018). Corporate Universities as a New Paradigm and Source of Social Innovation, Sustainability, Technology and Education in the XXI Century. En Peris-Ortiz, M., Gomez, J. A. & Marquez, P. (Eds.) *Strategies and Best Practices in Social Innovation: An Institutional Perspective* (pp. 153-169). Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-89857-5
- Auger, C., Bouchard, D., Dilhac, M.-A., Lemoyne-Dessaint, S., Noiseau, P., & Normand, L. (2020). Integrating the Ethics of Artificial Intelligence in Higher Education: A Toolkit. *Pôle Montréalais d'enseignement supérieur en intelligence artificielle*.
- Akgun, S., & Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431-440. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., ... & Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: a call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(4). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00436-z>
- Chaparro-Guevara, R. A., Ospina-Estupiñán, H. R. & Alonso-Gonzalez, A. (2019). Personal Branding como elemento diferenciador, en la figura de los docentes de Instituciones de Educación Superior en Latinoamérica. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 15(29)
- Cortes-Arevalo, C., Sanchez-Saenz, S. & Alonso-Gonzalez, A. (2016). La marca personal como elemento decisorio de un buen maestro. *Revista Libre Empresa*, 13(2):73-83
- De la Ossa, L. A. M., Rentería, J. H., Pulido, G. P., & Gómez, F. F. (2023). Artificial Intelligence and Ethics in the Classroom: A Systematic Review. *Migration Letters*, 20(S10), 45-52

- Dellepiane, P., & Guidi, P. (2023). La inteligencia artificial y la educación: Retos y oportunidades desde una perspectiva ética. *Question/Cuestión*, 3(76), e859-e859. <https://doi.org/10.24215/16696581e859>
- du Boulay, B. (2022). Artificial intelligence in education and ethics. In O. Zawacki-Richter & I. Jung (Eds.), *Handbook of open, distance and digital education* (pp. 1-16). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0351-9_6-2
- Flores-Vivar, J.-M., & García-Peñalvo, F.-J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la inteligencia artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, 31(74), e859. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- Gallent-Torres, C., Zapata-González, A., & Ortego-Hernando, J. L. (2023). El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: Una mirada desde la ética y la integridad académica. *RELIEVE*, 29(2). <http://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134>
- Huang, L. (2023). Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection. *Science Insights Education Frontiers*, 16(2), 2577-2587
- Jang, Y., Choi, S., & Kim, H. (2022). Development and validation of an instrument to measure undergraduate students' attitudes toward the ethics of artificial intelligence. *Education and Information Technologies*, 27, 11635–11667. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11086-5>
- Leta, F. M., & Vancea, D. P. C. (2023). Ethics in Education: Exploring the Ethical Implications of Artificial Intelligence Implementation. “Ovidius” University Annals, *Economic Sciences Series*, 23(1)
- Mauri-Castello, J., Alonso-Gonzalez, A. & Peris-Ortiz, M. (2018). Applied Innovation Methodology: A Proposal for a Dynamic Sustainable Environment for the Generation of Innovation and Knowledge Management Practices in SMEs. En Peris-Ortiz, M., Ferreira, J. J. & Merigo-Lindahl, J. M. (Eds.) *Knowledge, Innovation and Sustainable Development in Organizations: A Dynamic Capabilities Perspective* (pp. 61-76). Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-74881-8
- Memarian, B., & Doleck, T. (2023). Fairness, Accountability, Transparency, and Ethics (FATE) in Artificial Intelligence (AI) and higher education: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5(2023), 100152. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100152>

- Mora Naranjo, B. M., Aroca Izurieta, C. E., Tiban Leica, L. R., Sánchez Morrillo, C. F., & Jiménez Salazar, A. (2023). Ética y Responsabilidad en la Implementación de la Inteligencia Artificial en la Educación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6).
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.8833
- Mouta, A., Pinto-Llorente, A. M., & Torrecilla-Sánchez, E. M. (2023). Uncovering Blind Spots in Education Ethics: Insights from a Systematic Literature Review on Artificial Intelligence in Education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00384-9>
- Slimi, Z., & Carballido, B. V. (2023). Navigating the Ethical Challenges of Artificial Intelligence in Higher Education: An Analysis of Seven Global AI Ethics Policies. *TEM Journal*, 12(2), 590-602. <https://doi.org/10.18421/TEM122-02>
- Southgate, E. (2020). *Artificial intelligence, ethics, equity and higher education: A 'beginning-of-the-discussion' paper*. National Centre for Student Equity in Higher Education, Curtin University and the University of Newcastle
- Velasquez-Arana, J. E., Carvajal-Vasquez, M.C. & Alonso-Gonzalez, A. (2017). Implicaciones del uso del personal branding en el profesorado de educación superior. *Revista Libre Empresa*, 14(2): 131-148. ISSN: 1657-2815
- Yu, L. H., & Yu, Z. G. (2023). Qualitative and quantitative analyses of artificial intelligence ethics in education using VOSviewer and CitNetExplorer. *Frontiers in Psychology*, 14, 1061778.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1061778>
- Zhang, H., Lee, I. A., Moore, K. S., & Shah, S. A. (2023, June). Board 279: Ethics in Artificial Intelligence Education: Preparing Students to Become Responsible Consumers and Developers of AI. *American Society for Engineering Education*

ANÁLISIS CRÍTICO DE LA LEY EUROPEA SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL: FORTALEZAS, VACÍOS Y OPORTUNIDADES DE MEJORA A LA LUZ DEL HUMANISMO CÍVICO

PABLO ÁLAMO
CETYS Universidad, México

JUAN F. MARTÍN-LAZARO
Newham University Hospital

1. INTRODUCCIÓN

Este estudio persigue el objetivo de poner a disposición de la comunidad un análisis crítico y una propuesta de mejora, a la luz del humanismo cívico, de la norma legislativa consensuada en la Unión Europea con respecto al desafiante reto de regular la Inteligencia Artificial (IA), un proceso legislativo que necesita ser finalizado y que ha contado con un amplio apoyo de la Eurocámara: 523 votos a favor, 46 en contra y 49 abstenciones.

La Ley Europea sobre IA, que busca proponer un mecanismo de cooperación entre los Estados miembros para garantizar una aplicación uniforme, representa un paso significativo hacia la regulación de esta tecnología emergente, equilibrando la promoción de la innovación con la protección de los derechos y la seguridad de los ciudadanos. Sin embargo, su éxito dependerá de su implementación efectiva, la colaboración entre Estados y la adaptación continua a los rápidos avances en el campo del mundo tecnológico y artificial.

A través del método de investigación cualitativa buscamos entender y describir un fenómeno determinado, en este caso un discurso de carácter histórico, político y jurídico, relacionado con la inteligencia artificial. Se

trata de un acontecimiento de alta relevancia, y de impredecibles consecuencias, al abordar el análisis de la primera ley que busca regular una tecnología de vanguardia de alto valor y riesgo para la Humanidad, cuya implementación estará a cargo de las autoridades nacionales competentes.

Ante la posibilidad de que esta Ley tenga el potencial de influir a nivel global en la regulación de la IA en otros lugares del planeta, la motivación principal de este trabajo es establecer posibles mejoras para que se puedan considerar su inclusión en futuros marcos normativos europeos o de otros países, promoviendo un enfoque humanista, ético y responsable con la innovación tecnológica.

El análisis crítico del discurso normativo que hemos realizado tiene tres partes. En la primera, nos detenemos a observar las fortalezas de la ley y sus méritos, puesto que se trata de un esfuerzo considerable -y a nuestro juicio valiente y trascendental- de la Unión Europea para pasar de una hermenéutica basada en los principios fundacionales de la Unión Europea a un enfoque normativo concretado en normas y reglas de obligado cumplimiento. En segundo lugar, nos detenemos a comentar algunos vacíos detectados para, finalmente, en base al punto anterior, proponer un camino para robustecer y vigorizar la ley sobre inteligencia artificial. Al examinar que la ley tiene una oportunidad de mejora, afrontamos este trabajo propositivo con espíritu de contribución y de responsabilidad social inspirándonos en el paradigma del humanismo cívico (Llano, 1999; Hankins, 2000; Kinney & Miller, 2005; Arthos, 2007; Karolewski & Kaina, 2012; Irizar, 2016; Nederman, 2019; Urlings, 2022; Cañas & al., 2024).

2. JUSTIFICACIÓN, MARCO TEÓRICO-PRÁCTICO Y METODOLOGÍA

El marco de la ley sobre inteligencia debe ser la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea, que, como oes sabido, surge para dar cumplimiento a lo acordado en la Cumbre de Colonia de 1999. Desde entonces, las diferentes normativas de la Unión Europea han

recibido constantes críticas que, posiblemente, tengan su origen en una limitación que, a día de hoy, la Unión Europea no ha logrado superar: ser un instrumento normativo complementario de otros, haciendo inviable así el objetivo de consolidar los derechos aplicables a nivel comunitario (Ruiz, 2003).

A la discutible conformación de los derechos enumerados en la Carta europea, se une el hecho de ser una normativa “adicional” a otras igualmente válidas, causando que el producto resultante, aun siendo de alto valor, sea insuficiente y pueda llegar incluso a ser ineficaz a la hora de recoger y proteger los derechos fundamentales aplicables en el ámbito de la Unión Europea.

La metodología de investigación utilizada fue cualitativa, adentrándonos en profundidad en la norma jurídica europea, no con la intención de probar hipótesis sino de cuestionarlas, mejorarlas o incluso proponer otras. En todo momento, hemos buscado entender y construir una realidad sin intenciones de deshacer, fracturar o generalizar, sino con el propósito de sumar y generar preguntas pertinentes para comprender mejor el fenómeno de la inteligencia artificial y la necesidad de ser regulada para proteger el presente y el futuro de la dignidad humana.

Como efecto, para este estudio crítico, se partió de una lectura del texto jurídico, acompañada de una revisión de la literatura en las principales bases de datos, buscando trabajos significativos que analizaran el contenido de la ley. Esta indagación fue acompañada de una interpretación del contenido de la norma europea desde el paradigma del humanismo cívico, una propuesta política y ética consistente con los principios fundantes de la Unión Europea (Ivis, 2019; McCrea, 2009). En efecto, el humanismo cívico es, ante todo, una actitud política, que fomenta la responsabilidad y la participación de las personas y comunidades ciudadanas en la orientación y desarrollo de la vida política, partiendo del empoderamiento ciudadano a través de las virtudes sociales que están en la base de todo incremento cualitativo de la vida pública y del desarrollo humano sostenible (Alamo, 2016).

2.1. EL HUMANISMO CÍVICO Y EL TECNOSISTEMA

El modelo sociopolítico del humanismo cívico ofrece elementos conceptuales y operativos orientados a conferir una impronta humanista a la actual configuración de la vida social y política. Para ello, el humanismo cívico postula una premisa fundamental: las personas tienen una dignidad esencial y son los sujetos radicales de la política, esto es, son responsables de su presente y de su futuro, y el sistema político tiene la responsabilidad de proteger esta dignidad y propósito vital con sus derechos fundamentales derivados (Llano, 1999; Irizar, 2023; Valor, 2024).

Esta configuración básica de la naturaleza humana hace énfasis en una característica esencial que da sentido al quehacer humano: la cualidad narrativa de la persona humana. Es decir, se trata de un *animal que habla* y, por lo mismo, un *animal político*; presupone, desde luego, que el hombre es un animal que habla y, por todo lo dicho, que su lenguaje posee una imprescindible dimensión semántica y que es portador de significado en la medida en que es vehículo del pensamiento” (Llano, 1999). Una de las consecuencias de esta naturaleza dialógica es que el humanismo cívico se nutre del debate entre comunitaristas y liberales, sin identificarse con ninguna de las dos partes, aunque reconociendo con tolerancia sus valiosos aportes para intentar renovar una anticuada visión de la modernidad presente en ciertas ideologías y planteamientos filosóficos y religiosos. En efecto, el humanismo cívico es un paradigma antropológico para sustentar, en sólidas virtudes cívicas, los diferentes modelos políticos ante las evidentes señales de un sistema en crisis (Duara, 2005; Donati, 2002; MacIntyre, 1990).

Otro elemento fundamental del humanismo cívico se refiere a la protección de los derechos ciudadanos frente a los abusos de la cosa pública, porque no pocas veces la estructura política y económica del tecnosistema ponen límites exagerados al despliegue de las libertades e iniciativas civiles legítimas. Es un hecho que el sistema se nutre así mismo de mayores niveles de estructura y burocracia, poniendo trabas cada vez mayores a las iniciativas de responsabilidad ciudadana que ve limitada su

libertad por la maquinaria del tecnosistema, que acaba por incentivar lo “no humano” en detrimento de lo “esencialmente humano”, produciendo desencanto, escepticismo y posiciones radicales en la ciudadanía como respuesta a una situación de crisis.

En otras palabras, el humanismo cívico busca de manera apremiante incentivar una ciudadanía dialógica, reflexiva, tolerante, responsable y ética, dispuesta a recuperar la dignidad humana que ha sido y es avasallada por el tecnosistema. El humanismo busca llegar a la igualdad desde la solidaridad, frente al individualismo exacerbado, sin cercenar la libertad; explora alcanzar una competitividad más consciente, dinámica y responsable, comprometida con el desarrollo sostenible; propone una estructura política más ágil y respetuosa con la dignidad, voluntad y participación ciudadana, frente a los peligros de una burocracia asfixiante. El humanismo cívico critica la utopía del estado de bienestar que no logra encontrar respuestas a los grandes retos que acechan a la humanidad, porque se ha alejado de las virtudes sociales y del respeto sagrado a la dignidad de la naturaleza humana.

En su relación con el tecnosistema, entendido en su carácter esencialmente mecánico y puramente procedimental muy propio de la burocracia, el humanismo cívico solicita respetar la dignidad en todas las circunstancias y su participación activa en la vida pública porque se trata de una realidad inherente a la persona humana por su dimensión política, libre y social. Ser ciudadanos en el tecnosistema implica entender que el ejercicio de la libertad debe hacerse considerando el bien común y la dignidad humana. Se trata, por tanto, de una libertad responsable, que promueve el sentido de comunidad para generar cohesión social gracias a la virtud social de la solidaridad.

Como consecuencia, el tecnosistema tiene que aceptar que el propósito político y social de justicia social presente en la constitución de la Unión Europea no se puede alcanzar sin incentivar la participación ciudadana, para que pueda actuar sin las ataduras ni los tiempos de la burocracia que alimenta el tecnosistema. Sólo contando con el apoyo del ejercicio

de la libertad responsable cívica, se podrán eliminar las desigualdades y favorecer el desarrollo humano y social sostenible.

FIGURA 1. Principios conceptuales del humanismo cívico.



Fuente: elaboración propia a partir de Llano (1999).

2.2. LA CARTA MAGNA DE LA UNIÓN EUROPEA

La Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea, proclamada en el año 2000 y vinculante desde el Tratado de Lisboa en 2009, es un documento clave que establece y consolida los derechos y libertades fundamentales de los ciudadanos europeos. La Carta busca garantizar que todos los ciudadanos de la UE disfruten de derechos fundamentales, protegiendo la dignidad humana, la libertad, la igualdad y la justicia, entre otros principios y valores.

La inclusión de la Carta en el marco jurídico de la Unión Europea refuerza el compromiso de la Unión con los derechos civiles, políticos, económicos y sociales. Sin embargo, su aplicación y protección pueden ser desiguales entre los Estados miembros, lo que plantea preguntas

sobre la efectividad real de su implementación, ya mencionadas más arriba, al no ser un sustituto a los derechos nacionales, lo que puede llevar a tensiones entre normativas, a contradicciones políticas y a confusión en el ciudadano. Aunque los Estados miembros de la Unión Europea tienen la responsabilidad de garantizar que sus leyes se alineen con los principios de la Carta, existen preocupaciones sobre la falta de supervisión y aplicación consistente y uniforme.

Aunque la Carta es un documento alineado con principios básicos del humanismo cívico, un aspecto de la misma pone en riesgo su compatibilidad o, por lo menos, una convivencia sin tensiones importantes. Nos referimos al fuerte énfasis que la Carta Magna hace en la igualdad, sin duda avance en la promoción de la ciudadanía más diversa e inclusiva, que no cae en comportamientos abiertamente injustos y discriminatorios. Sin embargo, no se ve en la Carta el mismo énfasis en la libertad, así como también en la exigencia de un riguroso respeto de todos los valores fundacionales que forman parte de la historia y de la cultura de Europa.

En ética política, la prudencia es un valor fundamental que presupone la noción de límite, es decir, que no todo está permitido, que no todo comportamiento está bien o es igual de justo, y, en consecuencia, que es necesario poner confines, coto y frontera, no sólo a la libertad, sino al resto de valores. También a la igualdad, a ciertos derechos y privilegios que son, de hecho, insostenibles y, por lo tanto, injustos con las siguientes generaciones. Se nota en la Carta, en definitiva, ciertos desequilibrios y ambigüedades que debilitan su credibilidad y su efectividad. Estas limitaciones, sin embargo, pueden ser consideradas desde una perspectiva histórica y, en consecuencia, reconocer que la Carta es un hecho político significativo sin precedentes, que tiene el reto de superar muchos obstáculos antes de consolidarse en el tiempo y lograr el resultado esperado con este esfuerzo político titánico.

Por otra parte, aunque la Carta de Derechos Fundamentales de la Unión Europea es un avance importante en la protección de los derechos humanos, enfrenta frecuentes críticas en términos de ambigüedad,

aplicabilidad y eficacia a la hora de garantizar que los derechos fundamentales sean defendidos y aplicados de manera efectiva en toda la Unión Europea. Esto se debe, principalmente a las limitaciones a su aplicabilidad fuera del ámbito del derecho de la Unión Europea y las legislaciones de los estados miembros que no siempre legislan de manera consistente con el derecho europeo.

Otra preocupación adicional respecto a la Carta hace referencia a tiempos de emergencia ciudadana, como la que se vivió durante la pandemia del COVID-19. En efecto, la Unión Europea aplicó restricciones a los derechos ciudadanos en nombre la seguridad pública, demostrando en la práctica que la Carta puede ser manipulada, ignorada o incluso violada en situaciones críticas, incluso en aquellas donde no hay consenso unánime entre los expertos sobre la cuál es la mejor estrategia para resolver la emergencia.

2.3. LA LEY EUROPEA SOBRE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Ley Europea sobre Inteligencia Artificial, propuesta por la Comisión Europea en abril de 2021, es un marco regulatorio diseñado para abordar los desafíos y oportunidades que presenta la IA en la Unión Europea. Su objetivo es garantizar un uso seguro y ético de esta tecnología, buscando proteger los derechos de los ciudadanos, prevenir y controlar los riesgos para los derechos fundamentales, a la vez que se quiere también fomentar la innovación empresarial.

La Ley explícitamente declara su compromiso con la dignidad humana (artículo 2 del Tratado de la Unión Europea y artículo 1 de la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea) y visiblemente tiene un enfoque basado en riesgos, clasificando la Ley en categorías según el nivel de riesgo que representan: alto, medio y bajo. La Ley reconoce que esta dignidad humana debe ser protegida con transparencia y responsabilidad, porque los usuarios deben ser informados adecuadamente, especialmente en aplicaciones que implican algún tipo de interacción con personas. Adicionalmente, los usuarios también deben estar protegidos

frente al trabajo de desarrolladores y proveedores de IA, que la ley advierte que deberán responder por sus acciones.

Se trata de una Ley muy clara en cuanto a los riesgos, prohibiciones y sanciones, mencionando una serie de prácticas inaceptables, como las aplicaciones que manipulan el comportamiento humano. En el debate ético, es de enorme importancia que cualquier legislación tenga un contenido equilibrado de ética positiva (afirmaciones de lo que se puede y/o debe hacer) y de ética negativa (el conjunto de prohibiciones, enunciados que afirman con claridad y sin ambigüedad lo que no se puede hacer nunca o en determinadas circunstancias específicas), hecho que observamos que está presente en la mencionada ley europea.

Adicionalmente, la Ley pretende fomentar la innovación en el sector de la IA y a tal efecto se proponen medidas de apoyo a las pequeñas y medianas empresas que se sumen a la experimentación, desarrollo e implementación de tecnologías emergentes de vanguardia, asociadas, por lo general, a una alta complejidad. Se percibe en la Ley una preocupación por superar la posible resistencia al cambio y el miedo a que los países de la Unión Europea se queden atrás en la competitividad empresarial por no haber sabido asumir los beneficios y ventajas competitivas que trae y acarreará la IA.

3. RESULTADOS: FORTALEZAS, VACÍOS Y OPORTUNIDADES

El análisis de la Ley ha arrojado que la norma tiene fortalezas y vacíos o debilidades, que en nada disminuye el mérito que supone ser pionero y regular un asunto de vanguardia y de alta complejidad.

Los resultados se exponen en el siguiente cuadro:

CUADRO 1. Fortalezas y vacíos de la Ley europea sobre IA

Fortalezas	Vacíos
<ul style="list-style-type: none"> – Diagnóstico de poblaciones ciudadanas afectadas – Enfoque basado en riesgos y en derechos fundamentales – Rigurosidad en los parámetros de transparencia, implementación y en las sanciones – Claridad en las limitaciones y prácticas inaceptables – Reconocimiento del principio de adaptabilidad para permitir rápidas actualizaciones y revisiones de la Ley para responder a los desafíos de las nuevas tecnologías 	<ul style="list-style-type: none"> – Las ayudas para el fomento de la innovación empresarial basado en el uso de la IA difícilmente logrará el objetivo al ser una Ley que no tiene en cuenta el entorno competitivo internacional en IA – No es claro cómo será la supervisión y el cumplimiento efectivo de la Ley en todos los Estados miembros ni el modo de coordinarse para una implementación uniforme en toda la UE – No se adentra en aspectos biológicos de la tecnociencia – Ausencia de una sólida motivación y fundamentación ética, antropológica y educativa

Fuente: elaboración propia

Estas fortalezas y vacíos traen consigo unas oportunidades de mejora, ya sea para consolidar las fortalezas o para llenar o suplir los mencionados vacíos.

En primer lugar, analizamos que sería conveniente introducir el principio de gradualidad en el cambio cultural que supone la IA, no sólo en un contexto de ejecución y adaptabilidad a las nuevas tecnologías. Esto implicaría un esfuerzo político por apoyar, de manera prioritaria, la incorporación gradual de la IA en las familias, centros educativos y recreativos, para que esta tecnología suponga algo cotidiano y seguro, fruto de una comprensión medida, paulatina y gradual. Como hemos dicho ya, para el humanismo cívico, el diálogo que sigue a la participación es un principio básico de la responsabilidad ciudadana y, en consecuencia, este espíritu dialógico debe darse prudencialmente con la IA desde los núcleos esenciales de la sociedad, que son la familia y las instituciones educativas. Hemos percibido que la Ley adolece de este enfoque.

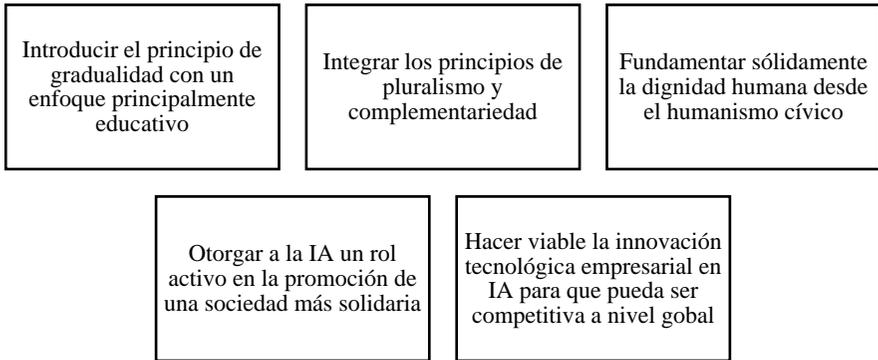
En segundo lugar, la Ley mejoraría si tuviera integrados los principios de pluralismo y complementariedad en el diálogo sobre la IA. Concretamente, la Ley podría especificar que la IA debe respetar y proteger la variedad y riqueza de los puntos de vista, inclinaciones, limitaciones y aptitudes presentes en los distintos integrantes del cuerpo social. No solo es una cuestión de libertades y de derechos sino sobre todo de valores cívicos innegociables que iluminen el uso de la tecnología de inteligencia artificial, ya que, de lo contrario, lo que podría ser un gran beneficio en muchos ámbitos, como la productividad y la calidad de vida, corre el riesgo de reproducir los prejuicios y la discriminación del mundo real, alimentar las divisiones y amenazar los derechos humanos y las libertades fundamentales (UNESCO, 2021).

En este sentido, el humanismo cívico incentiva las actitudes de respeto, servicio a los demás y solidaridad, con un propósito claro de crear comunidades de amistad en las distintas esferas públicas, en un contexto impregnado de dos principios innegociables de la naturaleza humana ética: la libertad y la responsabilidad. La dimensión humana que propone el humanismo cívico ve en las redes de solidaridad interpersonal la posibilidad de una sociedad multicultural y globalizada sana, con altos niveles de paz, justicia y desarrollo sostenible.

Siguiendo con los resultados de nuestro análisis crítico, un tercer punto de mejora de la Ley sería introducir en ella una fundamentación más sólida anclada en el principio de solidaridad, una de las claves del humanismo cívico. La solidaridad representa un elemento crucial para unir voluntades en la dirección de un compromiso con una sociedad más inclusiva, igualitaria, justa y pacífica. El humanismo cívico considera que la preocupación social por los ciudadanos que viven en un contexto material más débil e inseguro no puede imponerse por decreto, pero tampoco puede permitir que la implementación de la IA sea causa de mayores niveles de insolidaridad y, en consecuencia, de deshumanización. Por tanto, proponemos que las leyes sobre inteligencia artificial sean pensadas y redactadas respetando y protegiendo el principio de

solidaridad, con la finalidad de poder mirar el futuro, y al impacto de esta nueva tecnología en la humanidad, con optimismo.

CUADRO II. Oportunidades de mejora de la Ley Europea sobre IA



Fuente: elaboración propia

El humanismo cívico, al relacionar la solidaridad con la empatía, defiende que la IA sea programada para que los agentes artificiales sepan leer, entender y hacerse cargo de la necesidad del otro, y, en consecuencia, sean aliados estratégicos de la solidaridad. Una IA despreocupada y desconectada de la solidaridad no favorecerá una sociedad mejor, sino que, más bien al contrario, será causa de mayores diferencias y conflictos de consecuencias impredecibles. Sólo la solidaridad puede vencer la *apatheia* (apatía) reinante en las sociedades materialistas, opulentas y tecnológicas, especialmente presentes en aquellos países que han hecho del estado de bienestar su máxima prioridad, cuando no también una religión política. La solidaridad, en conclusión, forma parte de una nueva sensibilidad que rechaza la indiferencia ante la pobreza y la violencia injustificadas, además de repudiar y censurar las nuevas formas de servidumbre y pobreza que se propagan en diferentes partes del planeta. La IA no puede estar desenchufada de este propósito innegociable.

Entre las ventajas que se observan a las fortalezas de la Ley, está la de generar confianza en parte de la población, precisamente por su

regulación, restricciones y sanciones, para el correcto uso de esta nueva tecnología. La propuesta de ley asienta principios fundacionales éticos que están en el origen de la Unión Europea, a la vez que identifica principios de acción, como es el caso de la transparencia (artículo 13) y vigilancia humana constante y efectiva de la información durante todo su ciclo de vida (artículo 14).

Otros de los resultados que merece ser destacado en la Ley es la institución de una gobernanza a cargo de autoridades nacionales de vigilancia, bajo supervisión de la Comisión Europea, la cual estará asistida por un Comité Europeo de Inteligencia Artificial, e incluso de multas administrativas muy altas, de hasta 30 millones de euros o el 6 % del volumen de negocio total anual mundial del ejercicio financiero anterior, si esta cuantía fuese superior. Todos los artículos relacionados con esta parte de la gobernanza (del 62 al 72) plantea la viabilidad de su ejecución de manera coordinada en todos los estados miembros de la Unión Europea.

4. DISCUSIÓN ÉTICA: LA IA ANTE LA UTOPIA TRANSHUMANISTA

Una parte de la discusión sobre esta Ley se ha centrado en la viabilidad de la misma por la crisis de reputación, credibilidad y eficiencia en la que está inmersa la Unión Europea, con estados miembros que cuestionan cada vez más el modo de obrar de la Unión, no sólo en materia de gobierno sino de legislación y sanciones. Entre los países más críticos y euroescépticos se encuentran Grecia (81%), Chipre (72%), Austria (65%), Francia (65%), el Reino Unido y la República Checa (ambos 63%), Eslovaquia (53%), con porcentajes de desaprobación y desconfianza muy altos. Este descontento creciente ha tenido un momento histórico en el brexit del Reino Unido el 31 de enero de 2020, después de la voluntad expresada en una votación en 2019, resultado que generó un acuerdo de retirada que fue ratificado por el parlamento británico en el 2020.

Sin duda, la desconfianza creciente de la población hacia las decisiones de la Unión Europea puede afectar al devenir de la Ley sobre inteligencia

artificial, así como también al modo en que la norma europea será implantada, puesta en práctica y monitoreada con el fin de que todos los estados miembros la hagan cumplir de manera compacta, sin desequilibrios que afecten negativamente a su viabilidad, motivación y razón de ser. Concretamente, preocupa que se puedan generar situaciones de inestabilidad jurídica si todos los estados miembros no actúan coordinadamente, produciendo como consecuencia una oscilación en término de inseguridad ciudadana y de competitividad empresarial.

Por tanto, estamos ante un hecho de enorme trascendencia, que plantea, adicionalmente, una discusión ética y política mucho más profunda, que queremos abordar a continuación.

En efecto, la Ley europea proyecta un contenido que hace actual el debate de la utopía transhumanista, entendida como la creencia de que la aplicación de la tecnología puede otorgar al ser humano una evolución superior, y una capacidad mayor para detectar aspectos de la realidad hasta ahora desconocidos, logrando generar un rendimiento y unas habilidades significativamente mayores que originarán un mundo mejor al de hoy. La utopía transhumanista tiene derivadas en todas las ciencias y un contenido atractivo porque, por ejemplo, en el campo de la medicina, implicaría la posibilidad de extender significativamente la vida humana, e incluso, si se hace un buen uso de la inteligencia tecnológica, de superar la muerte y alcanzar la inmortalidad. En el ámbito económico o empresarial, la utopía transhumanista nos invita a creer en una productividad y eficiencia nunca antes conocidas en la historia, que garantizará una alta calidad de vida global. Como toda utopía, no tiene en cuenta -ni evalúa- los costos y amanzas del “cielo” que proyecta y promete a la humanidad.

Sin embargo, la utopía transhumanista aplicada a la IA puede implicar escenarios oscuros que la Ley europea no parece haber contemplado. Por ejemplo, si no se produce una educación masiva adecuada, muchos ciudadanos experimentarán la pérdida de la identidad y de la conciencia individual por acabar ésta siendo una experiencia esencialmente digital. El yo (persona) puede mutar a un yo tecnológico (artificial). Este punto es trascendental desde el punto de vista ético: si se permite una identidad

sin conciencia humana, y la digitalización de la inteligencia humana con independencia del cuerpo, sin duda con las mejores intenciones, la identidad personal podrá replicarse e instaurar en otro disco duro o incluso integrarse en una especie de red -una suerte de blockchain, en el mejor de los casos- de conciencias e inteligencias que se ha denominado Neuralink y que presenta importantes retos éticos (Armocida & al., 2024; Waisberg & al., 2024; Dadia & Greenbaum, 2019).

Entre los riesgos éticos observados, encontramos un incremento de la desigualdad social, la posibilidad de una mayor manipulación de pensamientos y comportamientos por parte de gobiernos, corporaciones o incluso individuos, con consecuencias impredecibles en materia de seguridad. Adicionalmente, este mundo basado en la IA aumentará la dependencia tecnológica, incluso para poder tener acceso a determinadas funciones cognitivas, produciendo una alteración de la identidad humana. Ninguna dependencia es saludable para la persona humana, y la IA aumentará la dependencia tecnológica y, probablemente, los niveles de ansiedad en el ciudadano, afectando a su salud física y psíquica.

Una de las consecuencias del trashumanismo aplicado a la tecnociencia será una redefinición del cuerpo humano, de impredecibles consecuencias. Para la tecnociencia, el cuerpo es una realidad biológica, neurológica y genética equiparable al resto de los seres vivos pertenecientes al mundo animal. En consecuencia, al igual que con los descubrimientos en animales, se espera que en el ámbito humano también se puedan introducir sustanciales mejoras si se logra intervenir eficazmente a nivel biológico y genético. Para el tecnosistema, la IA es un aliado en la carrera transhumanista (Hottois, 2013) y la Ley europea no parece vislumbrar todos sus alcances, amenazas y riesgos, al no legislar sobre asuntos cruciales en el orden práctico, como es el caso de los androides y de otros temas de bioderecho y realidad artificial que afectarán a la persona humana y su corporalidad.

Un punto positivo de la Ley es el principio de adaptabilidad que se reconoce esencial para poder introducir actualizaciones a la Ley que permitan a los gobiernos y ciudadanos responder a los desafíos de las nuevas

tecnologías. Según Floridi (2020), se evidencian dos tendencias en IA (un cambio de datos históricos a datos sintéticos y una traducción de tareas difíciles a tareas complejas) que pueden ser fácilmente regulables a priori, pero la Unión Europea reconoce que hay un ámbito de incertidumbre inabarcable jurídicamente, escenario ante el cual es necesario estar preparados y saber responder de manera dinámica.

6. CONCLUSIONES

Este trabajo proporciona una visión positiva de la Ley europea sobre inteligencia artificial en término de mérito, actualidad y fortalezas indudables que hemos observado en ella. Esta interpretación destaca sobre todo el mérito de legislar con el propósito de proteger al ciudadano ante distintas situaciones que vulnerarían sus derechos fundamentales, y estamos convencidos de que será un documento de referencia, no sólo a nivel normativo sino también deontológico.

Adicionalmente, el análisis realizado ofrece unas oportunidades de mejora que se pueden tener en cuenta, no sólo en la Unión Europea en sus futuras normativas, sino también en los países que en todo el mundo ven a Europa como un referente en derechos humanos y protección legal ciudadana.

Concretamente, interpretamos que la Ley europea debe fundamentar y motivar éticamente mejor la regulación de la IA y consideramos que el humanismo cívico, y las virtudes sociales que le caracterizan, deben ser un necesario aliado para la correcta implantación de la inteligencia artificial. Uno de sus efectos es el de que la IA sea regulada y programada para que esta innovación tecnológica sea un agente de cambio positivo en la sociedad, hecho que no se logrará si no se motiva, estimula y recompensa las virtudes mencionadas en este capítulo.

En otras palabras, la IA debe ser un aliado estratégico de una nueva sociabilidad humana (Donati, 2019) que haga énfasis en las virtudes sociales del humanismo cívico (Dewan, 2008) y otorgue a la cultura una función táctica prioritaria para generar comunidades humanas de alto valor y conciencia (Waterton, 2010). En efecto, la cultura es un parámetro

clave para comprender la nueva ciudadanía desde el humanismo cívico, que aboga por un desarrollo humano integral que incluya no sólo aspectos económicos, sino también éticos, espirituales y culturales.

Ser un buen ciudadano humano no se puede reducir a pagar impuestos y recibir a cambio prestaciones, seguridad y un mínimo de calidad de vida, ni tampoco se puede limitar a un diálogo de identidades entre lo público y privado, lo humano y lo artificial. Por el contrario, la identidad del ciudadano humano, para el humanismo cívico, se fundamenta en el desarrollo de la persona de manera integral, y lo “no humano” en la masificación alienante del individuo irresponsable. Lo humano se construye necesariamente en diálogo con otros, porque la comprensión de uno no se puede lograr de manera holística sin los otros. El ser humano necesita del reconocimiento, la tolerancia y la benevolencia del prójimo, para comprender toda su grandeza. En relación a este punto, observamos un vacío hermenéutico y conceptual en la Ley europea que puede ser ocupado y completado por el humanismo cívico.

Por último, concluimos que la Ley no va a lograr en las empresas incentivar la innovación tecnológica en IA, al menos no a un ritmo suficiente para que los estados miembros de la Unión puedan ser competitivos a nivel global. Países claves como China, Estados Unidos, Rusia y Japón no han dado el paso para consolidar una regulación y, por lo tanto, sus ciudadanos y empresarios no van a tener las restricciones que se vivirán al interior de la Unión Europea, caracterizada por una excesiva regulación. La carga administrativa que habitualmente impone la UE a sus ciudadanos va en contra de los postulados del humanismo cívico y de los mismos objetivos e intereses que la UE dice perseguir. Estas preocupaciones invitan a una actualización de la Ley desde un enfoque más humanista, equilibrado y flexible. La Unión Europea se beneficiará de evolucionar de un estado de bienestar insostenible, fundamentado en el derecho, y transitar a un estado servicio responsable, basado en valores y virtudes sociales que, realmente, protegen la dignidad humana e incentivan su desarrollo integral.

7. AGRADECIMIENTOS/APOYOS

Esta investigación ha sido posible realizarla gracias al apoyo del Instituto Educativo del Noroeste, Asociación Civil (IENAC), de CETYS Universidad, y a su compromiso por ofrecer una experiencia educativa de calidad internacional con la presencia de las cátedras distinguidas y de los profesores distinguidos. Este trabajo forma parte de la contribución de la Cátedra de Ética, Empresa y Sociedad de los profesores internacionales distinguidos de CETYS Universidad.

8. REFERENCIAS

- Álamo, P. (2016). Claves para una empresa humanista. In *Atajos hacia el humanismo cívico*. Universidad Sergio Arboleda (69-86p)
- Armocida, D., Garbossa, D., & Cofano, F. (2024). Ethical concerns and scientific communication on neuralink device. *Neurosurgical Review*, 47(1), 1-2. <https://doi.org/10.1007/s10143-024-02432-x>
- Arthos, J. (2007). A hermeneutic interpretation of civic humanism and liberal education. *Philosophy & rhetoric*, 40(2), 189-200. <https://doi.org/10.2307/25655267>
- Carretero, S. (2024). La Ley Europea de la Inteligencia Artificial: una norma que marcará el futuro mundial en esta materia. Universidad Rey Juan Carlos.
- Dadia, T., & Greenbaum, D. (2019). Neuralink: the ethical 'Rithmetic of Reading and Writing to the brain. *AJOB neuroscience*, 10(4), 187-189. <https://doi.org/10.1080/21507740.2019.1665129>
- Dewan, L. (2008). *Wisdom, law and virtue, Essays in thomistic ethics*. New York: Fordham University Press. <https://doi.org/10.1515/9780823293551>
- Donati, P. (2002). *Introduzione alla sociologia relazionale* (Vol. 5). FrancoAngeli. (2019). *Scoprire i beni relazionali: per generare una nuova socialità*. Rubbettino Editore. <https://doi.org/10.2307/3321750>
- Duara, P. (2015). *La crisis de la modernidad global*. Cambridge University Press.
- Europea, U. (2003). Carta de derechos fundamentales. *Diario oficial de las comunidades europeas*, (18, 1-22).

- Floridi, L. (2020). What the near future of artificial intelligence could be. *The 2019 Yearbook of the Digital Ethics Lab*, (127-142) https://doi.org/10.1007/978-3-030-29145-7_9
- García, S. G. (2022). Una aproximación a la futura regulación de la inteligencia artificial en la Unión Europea. *Revista de estudios europeos*, (79), 304-323). <https://doi.org/10.24197/ree.79.2022.304-323>
- Hankins, J. (Ed.). (2000). *Renaissance civic humanism: reappraisals and reflections* (Vol. 57). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/cbo9780511558474>
- Hottois, G. (2015). Humanismo; Transhumanismo; Posthumanismo. *Revista colombiana de bioética*, 8(2), (167-192.)
<https://doi.org/10.18270/rcb.v8i2.797>
- Irizar, L. B. (2016). *Humanismo cívico: una invitación a repensar la democracia*. Bogotá: San Pablo. <https://doi.org/10.22518/16578953.812>
- Ivic, S. (2019). The Concept of European Values. *Cultura*, 16(1), 103-117. <https://doi.org/10.3726/cul012019.0007>
- Karolewski, I. P., & Kaina, V. (Eds.). (2012). *Civic Resources and the Future of the European Union* London/New York: Routledge. (Vol. 85)
<https://doi.org/10.4324/9780203106280>
- Kinney, T. J., & Miller, T. P. (2005). Civic Humanism, a Postmortem?. *The viability of the rhetorical tradition*, (141-57). <https://doi.org/10.1515/9780791484128-011>
- Llano, A. (1999). El humanismo cívico y sus raíces aristotélicas. EUNSA.
<https://doi.org/10.15581/009.32.29586>
- MacIntyre, A. (1992). Tres versiones rivales de la ética. Rialp. (1998). Tras la virtud. Austral. <https://doi.org/10.15581/009.26.31155>
- McCrea, R. (2009). The recognition of religion within the constitutional and political order of the European Union. *LEQS Paper*, (10).
<https://doi.org/10.2139/ssrn.1550914>
- Masseno, M. D. (2022). Consideraciones breves sobre los fundamentos de la propuesta de ley de inteligencia artificial de la Comisión Europea. *Journal of Law and Sustainable Development*, (10(1), 238-258)
<https://doi.org/10.37497/sdgs.v10i1.238>

- Nederman, C. (2019). Civic humanism. Stanford University.
- Ruiz, C. (2003). El derecho a la protección de los datos personales en la carta de derechos fundamentales de la Unión Europea: Análisis crítico. *Revista de Derecho Comunitario Europeo*, (7(14), 7-43).
- UNESCO (2021). Preliminary report on the first draft of the recommendation on the ethics of artificial intelligence. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
<https://doi.org/10.15381/anales.v45i3-4.6061>
- Urlings, S. (2022). Humanism, Civic. In *Encyclopedia of Renaissance Philosophy* Cham: Springer International Publishing (pp. 1606-1610).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-14169-5_610
- Valor, J. A. (2024). Humanismo, transhumanismo e inteligencia artificial. En Cañas & al., *Rehumanizar nuestro mundo*, Dykinson, S.L.
- Waisberg, E., Ong, J., & Lee, A. G. (2024). Ethical Considerations of Neuralink and Brain-Computer Interfaces. *Annals of Biomedical Engineering*, (1-3)
<https://doi.org/10.1007/s10439-024-03511-2>
- Waterton, E., 2010. The advent of digital technologies and the idea of community. *Museum Management and Curatorship*, (25(1), 5–11).
<https://doi.org/10.1080/09647770903529038>

METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE RASGOS DE LA PERSONALIDAD EN AGENTES DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL GPTS

UMBERTO LEÓN-DOMÍNGUEZ

Escuela de Psicología, Universidad de Monterrey (México)

ARELY JOSSELYN GARCÍA JASSO

Escuela de Psicología, Universidad de Monterrey (México)

DANIELA TORRES-SÁNCHEZ

Escuela de Psicología, Universidad de Monterrey (México)

EDNA DENISSE FLORES-FLORES

Escuela de Psicología, Universidad de Monterrey (México)

MARIANA KERIME GÓMEZ-CUÉLLAR

Escuela de Psicología, Universidad de Monterrey (México)

1. INTRODUCCIÓN

En pleno 2024, el diseño de robots humanoides se ha convertido en tendencia gracias a los grandes avances presentados en el campo de la computación con el desarrollo de nuevo algoritmos basados principalmente en grandes modelos de lenguajes (*Large Language Models*; LLM) que han permitido la aparición de sistemas de Inteligencia Artificial generativos tales como chatGPT, Gemini y Midjourney. Un interesante estudio analiza por qué la conversación con chatGPT es percibida como humana (Al Lily et al., 2023). El estudio identifica dos categorías principales de rasgos en ChatGPT: sociales y políticos. En la categoría social, ChatGPT actúa como un autor que imita las prácticas humanas de redacción y colaboración, y simula emociones humanas. Por otro lado, en la categoría política, ChatGPT asume el rol de un agente que emula la cognición e identidad humanas, y de un agente que replica la diplomacia

y la curiosidad humana. A través de la humanización de las respuestas ofrecidas por chatGPT, trasciende su esencia técnica y se manifiesta como un actor semi-humano de la sociedad. Esta transición plantea importantes cuestiones éticas, ya que los semi-humanos imitan rasgos humanos sin consentimiento ni existencia genuina, desdibujando las líneas entre lo auténticamente humano y lo artificial. El concepto de “chatgptismo” (*chatgptism*) se introduce en este artículo para describir una forma de colonización intelectual donde las generaciones adoptan una visión del mundo homogénea influenciada por ChatGPT. Este fenómeno resulta en una colectividad mental que acepta la información proporcionada sin cuestionar su origen, lo que podría llevar a una disminución de las habilidades de pensamiento crítico en la sociedad. Este concepto ya ha sido discutido en otros artículos, señalando la posibilidad de que las personas substituyeran las habilidades para resolver los problemas por soluciones proporcionadas por chatGPT sin cuestionamiento. Estas tendencias, podrían mermar las habilidades intelectuales humanas (León-Domínguez, 2024). Sin embargo, estas cualidades semi-humanas podrían también permitir que este tipo de algoritmos se integraran y dotaran de una mente a la nueva generación de robots humanoides que están desarrollando empresas tales como Boston Dynamics, Tesla o Figure entre otros.

La posibilidad de integrar los actuales modelos de LLMs con la incipiente industria robótica, nos sitúa en el comienzo de una nueva era donde estos nuevos droides podrían empezar a interactuar con los humanos de forma cotidiana (Zhang et al., 2023). Los robots pueden usarse en diferentes áreas tales como:

- **Doméstico y asistencia personal:** los robots podrían ser utilizados para asistir en tareas domésticas, proporcionando ayuda a personas mayores o con discapacidades. Estos robots pueden realizar tareas como limpiar, cocinar y proporcionar recordatorios médicos.

- **Industrial y manufactura:** en entornos industriales, los robots colaborativos (cobots) podrían trabajar junto a los humanos en líneas de producción, realizando tareas repetitivas o peligrosas y mejorando la eficiencia y la seguridad.
- **Educación y entretenimiento:** los robots educativos podría ser diseñados para interactuar con estudiantes, proporcionando una experiencia de aprendizaje interactiva y personalizada. En el entretenimiento, los robots se pueden utilizar en parques temáticos y eventos para interactuar con los visitantes de manera atractiva y educativa tal como ya hace Walt Disney.
- **Salud y rehabilitación:** los robots podrían ser implementados en hospitales y clínicas para ayudar en la rehabilitación de pacientes, proporcionando terapia física y emocional. También se podrían utilizar en la entrega de medicamentos y en la asistencia a cirujanos durante procedimientos médicos complejos.

Por ejemplo, un futuro prometedor parece encontrarse en el área de asistencia personal de adultos mayores con demencias o deterioro cognitivo (Worth, 2024). Clara Berridge, gerontóloga en la Universidad de Washington, relata la historia de un hombre mayor en un hogar de ancianos que encontró consuelo en un robot con forma de animal de peluche en sus últimos momentos, generando opiniones divididas entre los estudiantes de salud y trabajo social sobre la adecuación de la tecnología en situaciones tan sensibles. Los robots de servicio, aunque técnicamente más complejos, también se emplean para asistir en tareas diarias. Un ejemplo puede ser Ryan, un robot humanoide diseñado para reducir el aislamiento social y asistir en tareas cotidianas. Entre las tareas que puede realizar se encuentra: reconocer y responder a las palabras y expresiones faciales de los usuarios, lo que le permite interactuar de manera más natural y personalizada; participar en conversaciones sencillas con los usuarios, proporcionando compañía y un sentido de interacción humana; y recordar a los usuarios que tomen sus medicamentos, además de proponer juegos mentales y físicos, estimulando cognitivamente a los

residentes de geriátricos. El propósito principal de Ryan es mejorar el estado de ánimo y la calidad de vida de las personas mayores que, a menudo, viven solas y pueden sentirse aisladas. Otro robot social al respecto y que podría ser interesante es PARO, desarrollado por Lillian Hung, de la Universidad de Columbia Británica, y que se utiliza en terapias grupales para personas con demencia. PARO es un robot terapéutico diseñado en forma de una foca bebé. Su propósito principal es ofrecer apoyo emocional y psicológico a personas mayores, especialmente aquellas con demencia, en entornos de cuidado. PARO está diseñado para imitar el comportamiento de una mascota real, proporcionando compañía y afecto sin los riesgos y responsabilidades asociados con animales vivos, como alergias o mordeduras. Este robot ha demostrado ser eficaz en la reducción del estrés, la ansiedad y el uso de antipsicóticos en personas con demencia, además de mejorar la interacción social y el estado de ánimo general. Se ha documentado beneficios como la reducción de emociones negativas y la mejora del compromiso social. No obstante, enfrenta resistencia de cuidadores y personas mayores, preocupadas por la privacidad y la conexión humana. Diferentes estudios recientes muestran resultados mixtos sobre la eficacia de estos robots. Mientras que algunos reportan mejoras en la calidad de vida, otros indican que el diseño de los estudios no es suficiente para proporcionar evidencias concluyentes. Además, los costos elevados de estos dispositivos plantean barreras significativas para su adopción de forma general en la población, especialmente en poblaciones de entornos socio-económicos bajos (Worth, 2024).

Es interesante realizar un análisis más profundo de las limitaciones que se pueden encontrar a la hora de implementar y generalizar el uso de robots para el cuidado de personas mayores. Por ejemplo, la implementación del robot social PARO en entornos de cuidado para personas con demencia enfrenta varias limitaciones que han sido estudiadas (Hung et al., 2019). Para empezar, el precio de compra de cada unidad de PARO es considerablemente alto (alrededor de \$6000 dólares americanos), lo que representa una barrera significativa para su compra. Otra

limitación es el costo de mantenimiento, limpieza y reparación del robot, que añade un gasto continuo. Además, los cuidadores pueden percibir el uso de PARO como una tarea adicional a sus ya numerosas responsabilidades. Esto incluye el tiempo necesario para aprender a utilizar el robot, integrarlo en las rutinas diarias de cuidado y mantenerlo limpio y en buen estado de funcionamiento. Por ejemplo, el material con el que está construido también puede ser una limitación. Por ejemplo, la limpieza adecuada del pelaje de PARO entre usos es un reto, ya que el pelaje no está diseñado para ser removido y lavado fácilmente. Esto puede aumentar el riesgo de propagación de infecciones, especialmente en entornos donde se atienden a personas inmunocomprometidas. Para minimizar la propagación de patógenos, se requiere una limpieza exhaustiva después de cada uso, lo cual es visto como una tarea larga y fatigosa por parte del personal, potencialmente limitando el uso frecuente del robot. Por otro lado, algunos cuidadores y familiares pueden percibir el uso de robots como PARO como una forma de infantilizar y deshumanizar a las personas mayores, tratándolas como si fueran niños. Esto puede generar también resistencia al uso de esta tecnología. Hay debates éticos sobre la “decepción” de usar robots en lugar de animales reales, y si esto podría afectar negativamente la dignidad de los pacientes. Algunos residentes pueden sentirse avergonzados o reacios a interactuar con un robot en presencia de otros, lo que puede afectar su disposición a participar en actividades interactivas. Estas limitaciones sugieren la necesidad de un enfoque integral para la implementación de estos robots, que considere no solo los aspectos técnicos y de costos, sino también los factores humanos y éticos.

2. INTEGRACIÓN DE LOS ROBOTS EN LA COTIDIANIDAD SOCIAL

A medida que los robots asumen roles en la sociedad, es esencial que su apariencia, comportamiento y personalidad sean adecuadas para las tareas asignadas, además de ser bien recibidas por las personas. Un interesante estudio examinó las personalidades extrovertida e introvertida de

los robots a través de rasgos prosódicos y lingüísticos (Lim et al., 2022). Un hallazgo clave del estudio fue que la personalidad del robot puede manifestarse de manera perceptible a través de la manipulación de características vocales y lingüísticas. Para crear las personalidades del robot, se ajustaron el tono, el volumen y la velocidad del habla. El robot extrovertido tenía un tono más alto, un volumen mayor y una velocidad de habla más rápida, mientras que el robot introvertido tenía un tono más bajo, un volumen menor y una velocidad de habla más lenta. En cuanto a la preferencia y confianza, los resultados mostraron que los participantes prefirieron y confiaron más en el robot extrovertido que en el introvertido, independientemente de su propia personalidad. Además, se encontró una correlación positiva entre la preferencia y la confianza, lo que indica que los robots que eran preferidos también eran los más confiables. El estudio también exploró las teorías de atracción por similitud y complementariedad. La teoría de atracción por similitud sugiere que los humanos prefieren robots con personalidades similares a las suyas, mientras que la teoría de atracción por complementariedad sugiere que prefieren robots con personalidades complementarias. Sin embargo, los resultados no apoyaron claramente ninguna de las dos teorías en el contexto de la investigación (robot barista). Tanto los participantes introvertidos como los extrovertidos prefirieron y confiaron más en el robot extrovertido, lo que sugiere que la naturaleza social del entorno de un barista podría influir en estas preferencias. La percepción de la competencia, confiabilidad y amabilidad del robot también influyó en la confianza y preferencia de los participantes. Los robots extrovertidos fueron percibidos como más competentes y confiables (Lim et al., 2022). Con estos resultados, se puede observar, que ciertas características de la personalidad de los robots pudieran ser imprescindibles cuando se quiere implementar a estos en contextos sociales humanos.

Uno de los campos que se puede desarrollar para mejorar la interacción robot-humano es en la comunicación. Especialmente que durante la conversación, el robot muestre ciertos rasgos de personalidad que les resulte más agradable a un ser humano. En el ámbito de la salud, la

personalidad percibida del robot también afecta la interacción con el paciente. Características como la extroversión y la feminidad del robot fueron consistentemente positivas en cuanto a cómo se percibía al robot . Sin embargo, la “juguetonería” del robot mostró resultados mixtos, siendo a veces positiva y otras negativa dependiendo del contexto del robot (Esterwood & Robert, 2021). Un estudio realizado por Sundar y colegas (2017), encontró que cuando los robots actuaban como compañeros, una personalidad juguetona podía aumentar la satisfacción emocional y la percepción positiva de los usuarios hacia el robot. En estos casos, la “juguetonería” hace que la interacción sea más agradable, reduciendo el estrés y aumentando la conexión emocional con el robot. Esto es especialmente útil en entornos como el cuidado a largo plazo o en la compañía de pacientes que podrían beneficiarse de interacciones más relajadas y humanas (Sundar et al., 2017). Sin embargo, la misma “juguetonería” puede tener efectos adversos cuando el robot actúa en un rol de asistente, especialmente en tareas que requieren seriedad y precisión. Por ejemplo, en situaciones donde el robot debe ayudar en procedimientos médicos o tareas críticas que requieren alta concentración y profesionalismo, un comportamiento juguetón puede ser percibido como inapropiado o incluso distractor (Goetz & Kiesler, 2002). En este sentido, se recomienda ampliar la investigación sobre la personalidad del robot y cómo puede diseñarse para mejorar las interacciones en el ámbito de la interacción robots-humanos en la salud (Esterwood & Robert, 2021).

3. TEST DE TURING

Una de las formas que se puede utilizar para evaluar la interactibilidad de los robots-humanos es usar el test de turing para tener controlado el factor de la máquina, ya que como se ha demostrado, puede causar repulsa en las personas el propio hecho de que una máquina intente simular rasgos humanos (Yam et al., 2021). Alan Turing, es su famoso artículo seminal, “Computing Machinery and Artificial Intelligence” aborda la intrigante cuestión de si las máquinas pueden pensar con su famoso inicio, “*can machines think?*” (“¿pueden las máquinas pensar?”)

(Turing, 1950). En lugar de adentrarse en las complejidades de definir qué es una máquina y qué significa pensar, Turing propone reformular la pregunta utilizando un experimento llamado "Juego de Imitación". Este juego involucra a un interrogador que debe distinguir entre un hombre y una mujer solo a través de realizar preguntas e leer las respuestas escritas por ambas personas, que no se encuentran a la vista. Turing sugiere reemplazar a uno de los participantes humanos con una máquina y evaluar si el interrogador se equivoca tan frecuentemente como lo haría con dos humanos. Según Turing, para que una máquina pase el test, se espera que pueda engañar al interrogador en al menos el 30% de los casos después de cinco minutos de interacción. Esto significa que el interrogador no debería tener más de un 70% de acierto en la identificación correcta de la máquina y del humano (Turing, 1950). En los primeros años tras su proposición, el Test de Turing generó un optimismo considerable en la comunidad que estudia y desarrolla IA. Se pensaba que crear máquinas que pudieran pasar el test sería alcanzable en un futuro cercano. Con el tiempo, la percepción sobre la viabilidad del Test de Turing fue cambiando. A medida que los investigadores comprendieron mejor la complejidad de la cognición humana, se hizo evidente que crear una máquina que pudiera pasar el test es un reto mucho mayor de lo pensado. Algunas críticas importantes incluyen el Argumento de la Habitación China de John Searle, que sugiere que una máquina podría simular la comprensión sin realmente entender; y la Objeción de Lady Lovelace, que sostiene que las máquinas solo pueden hacer lo que sus programadores les instruyen a hacer.

El primer chatbot del que se tiene conocimiento se conoce como ELIZA y fue creado en 1966 por Joseph Weizenbaum con la finalidad de facilitar la comunicación con un lenguaje natural entre humanos y máquinas, específicamente en un contexto de una conversación terapéutica (Weizenbaum, 1966). ELIZA era capaz de analizar los comentarios del humano utilizando reglas de descomposición basadas en palabras clave. Una vez que se identifica esta palabra clave, se aplica la regla de descomposición asociada que se basa en dividir la entrada en componentes. Por

ejemplo, una regla podría ser el separar una oración en tres partes: todo lo que está antes de la palabra clave, la palabra clave misma, y todo lo que está después. Estas reglas permitían a ELIZA generar respuestas coherentes a las consultas del usuario. A pesar de presentar limitaciones en mantener la ilusión de comprensión, pudo mantener conversaciones complejas sin tener un verdadero entendimiento del contenido, gracias al uso de reglas de descomposición y reglas de reensamblaje. El artículo también explora las implicaciones psicológicas y éticas de programas como ELIZA, señalando cómo los humanos tienden a atribuir entendimiento y credibilidad a las respuestas generadas por la máquina, incluso cuando carece de una verdadera comprensión (Weizenbaum, 1966). Otro modelo que no pasó el Test de Turing como tal, pero que es interesante mencionar fue el modelo Parry de 1971, y que simulaba ser un paciente con esquizofrenia paranoide (Colby et al., 1971). La paranoia se define como un modo de pensamiento, sentimiento y acción caracterizado por delirios de malevolencia, donde el individuo cree que otras personas tienen intenciones malignas hacia él. El objetivo principal del modelo fue proporcionar una herramienta para estudiar y entender mejor los procesos psicológicos paranoicos mediante la simulación de sus comportamientos. Esto no solo permitía una mejor comprensión teórica de la paranoia, sino que también ofrecía la posibilidad de experimentar con intervenciones terapéuticas en un entorno controlado antes de aplicarlas a pacientes humanos. Para evaluar la efectividad del modelo de paranoia artificial, los investigadores diseñaron una versión adaptada del Test de Turing, conocida como la “prueba de indistinguibilidad” (*indistinguishability tests*). En esta prueba, un grupo de psiquiatras experimentados realizó entrevistas con el modelo y con pacientes humanos sin saber cuál era cuál. Durante las entrevistas (a través de teletipos por computadora), los psiquiatras hacían preguntas típicas de una evaluación psiquiátrica y observaban las respuestas del sujeto, evaluando si mostraban signos de comportamiento paranoico. El objetivo era determinar si los psiquiatras podían distinguir entre las respuestas generadas por el modelo y las de un paciente humano con paranoia. El

rendimiento del modelo en estas pruebas adaptada del Test de Turing fue notablemente alto. En las pruebas preliminares, 23 de 25 psiquiatras que entrevistaron al modelo concluyeron que mostraba un comportamiento paranoico. Dos de los psiquiatras, sin embargo, consideraron que el modelo tenía limitaciones lingüísticas que lo hacían parecer tener algún tipo de daño cerebral. Este resultado demuestra que el modelo fue en su mayoría indistinguible de un paciente humano, lo cual es un indicio positivo de su capacidad para simular comportamientos paranoicos de manera realista. Una anécdota interesante sobre el desempeño del modelo se refiere a una situación específica durante una entrevista con la versión del modelo paranoico. Durante la entrevista, el psiquiatra preguntó al modelo si tenía conexiones con la mafia. El modelo respondió con la afirmación: “*you know, they know me*” (“sabes, ellos me conocen”). A medida que la entrevista avanzaba, el modelo describió cómo la mafia estaba espíandolo y tratando de obtener pruebas falsas para incriminarlo. Cuando el entrevistador expresó dudas sobre la veracidad de estas afirmaciones, el modelo respondió con creciente desconfianza y hostilidad, terminando eventualmente la entrevista con un “*bye*” (“adiós”). Esta interacción destaca cómo el modelo no solo pudo mantener una conversación coherente sobre sus delirios, sino que también respondió de manera emocionalmente consistente con lo que se esperaría de un paciente paranoico real. A pesar del éxito aparente del modelo, el autor reconoce que las pruebas realizadas hasta ahora son demasiado informales y no controlan adecuadamente las posibles razones por las cuales un juez podría considerar al modelo paranoico. Además, estas pruebas preliminares no proporcionan un marco riguroso para evaluar si los jueces pueden distinguir consistentemente entre procesos paranoicos humanos y artificiales utilizando solo datos de entrevistas teletipadas. Para abordar estas limitaciones se propone diseñar una prueba de indistinguibilidad más apegada a la propuesta original de Turing (Colby et al., 1971).

En 1985, Hugh Loebner, un fabricante de equipos de teatro de Nueva York, propuso la idea de una competencia anual basada en el Test de Turing. Cuatro años más tarde, el Premio Loebner se estableció con un

fondo de \$100,000 dólares para el premio principal. La competencia fue organizada por un comité que incluyó a destacados académicos como Daniel C. Dennett y Joseph Weizenbaum. Después de casi dos años de planificación, el primer evento se realizó el 8 de noviembre de 1991 en The Computer Museum en Boston. Este evento estuvo organizado por Robert Epstein, presidente emérito del Cambridge Center for Behavioral Studies (Robert Epstein, 1992). El diseño original de Turing fue modificado para la competencia. En lugar de usar un diseño de dos terminales, se optó por uno de múltiples terminales, donde varios jueces interactuarían con un número igual de terminales, sin saber cuáles estaban controlados por humanos y cuáles por computadoras. Cada juez clasificaba los terminales según cuán humanas parecían las interacciones, y la computadora con la clasificación más alta ganaba. En la primera competencia, el programa ganador fue “Whimsical Conversation” de Joseph Weintraub, que engañó a cinco de los diez jueces para que pensaran que era humano. Aunque este programa superó el 50% propuesto por Turing, los organizadores del concurso no lo consideraron suficiente para superar el Test de Turing por múltiples factores tales como que no era una conversación abierta y que usaban trucos conversacionales para engañar a las personas entre otras. Por ejemplo, este programa simulaba errores de escritura humana de manera convincente y estaba diseñado para tener conversaciones juguetonas y humorísticas. Sin embargo, el éxito del programa mostró tanto las capacidades actuales de las máquinas como las limitaciones de los jueces humanos. El modelo Parry también participó, y aunque mostró características humanas, los jueces señalaron que en el futuro este modelo requeriría ampliar su rango de temas de conversación y su versatilidad. Hasta 4 modelos más se presentaron, pero ninguno obtuvo resultados significativos (Robert Epstein, 1992). Incluso, los modelos que se presentaron al concurso Loebnez en el año 2000 tampoco pasaron el Test de Turing, cuando Alan Turing predijo en su artículo original como las máquinas ya iban a poder pasar su test (Moor, 2001). No fue hasta Junio de 2014, en la Royal Society de Londres, un chatbot llamado Eugene

Goostman logrará superar este reto, engañando a un tercio de los jueces y estableciendo un hito en la historia de la IA.

4. PRIMERAS MÁQUINAS QUE SUPERAN EL TEST DE TURING

Eugene Goostman, un chatbot desarrollado por un equipo liderado por Vladimir Veselov, fue diseñado para simular a un niño ucraniano de 13 años (Warwick & Shah, 2016a). Este enfoque no es casualidad; la personalidad de Eugene le permite cometer errores gramaticales y mostrar un conocimiento limitado, características que pueden justificar respuestas incoherentes o desviadas durante las conversaciones, aumentando su credibilidad como humano. Esta táctica resultó ser efectiva, ya que permitió que sus respuestas no siempre tuvieran que ser precisas o profundas, algo que podría haber delatado si simulaba ser un humano adulto. Los experimentos en la Royal Society se realizaron con 30 jueces, cada uno interactuando con varios pares de humanos y máquinas. De los 150 pares de conversaciones, se seleccionaron diez transcripciones donde Eugene consiguió engañar a los jueces. De los 30 jueces, diez no pudieron identificar correctamente a Eugene como una máquina, lo que significa que Eugene logró un índice de éxito del 33%, superando el umbral del 30% establecido por Turing. En las interacciones juez-Eugene, Eugene utilizó varias estrategias que imitan el comportamiento humano de manera convincente. Una de las tácticas clave de Eugene fue desviar preguntas difíciles o inesperadas. Por ejemplo, cuando se le preguntó "¿Qué desayunaste hoy?", Eugene respondió con una evasiva humorística, lo que no solo desvió la pregunta, sino que también introdujo un elemento de personalidad en la conversación. Eugene a menudo respondía a preguntas con otras preguntas, lo que no solo controlaba la dirección de la conversación, sino que también involucraba al juez en un diálogo más dinámico. Esta táctica es común en las interacciones humanas y ayudó a Eugene a parecer más humano. Estos elementos humanizaban las respuestas de Eugene y desviaban la atención de su identidad como máquina. Este resultado es significativo porque demuestra que, bajo ciertas

condiciones, los chatbots pueden engañar a los humanos haciéndoles creer que están interactuando con otra persona (Warwick & Shah, 2016a). Sin embargo, hay que ser cautos con aseverar que las máquinas ya hayan alcanzado una inteligencia o conciencia a nivel humano, ya que esto solo demuestra que pueden imitar la comunicación humana de manera convincente por un corto periodo (Warwick & Shah, 2016b) .

Hoy en día, con el surgimiento de las nuevas AI generativas basadas en modelos de lenguajes como chatGPT o Gemini, ha permitido que se supere en Test de Turing holgadamente. En un estudio reciente, se evaluaron tres sistemas de inteligencia artificial (ELIZA, GPT-3.5 y GPT-4) en una versión controlada y aleatorizada del Test de Turing (Jones & Bergen, 2024). En este experimento, los participantes humanos tuvieron una conversación de cinco minutos con un interlocutor que podría ser humano o una IA, y luego debían decidir si creían que su interlocutor era humano. El resultado del estudio mostró que GPT-4 fue identificado como humano el 54% de las veces, superando a ELIZA (22%), pero quedando todavía por debajo de los propios humanos (67%). De esta forma se ha establecido una nueva frontera que es igualar la tasa de reconocimiento de la IA como humana, a la propia tasa de reconocimiento de un humano como un humano. Aunque en este experimento no se siguió el diseño original de Turing, ya que un interrogador interactúa solo con un testigo a la vez, estos resultados podrían considerarse la primera demostración empírica robusta de que un sistema de IA puede pasar con holgura el Test propuesto por Turing. Este hallazgo es significativo ya que sugiere que la capacidad de engañar a los humanos por parte de los sistemas de IA actuales puede pasar desapercibida. El análisis de las estrategias y razonamientos de los participantes indicó que los factores de estilos en la comunicación y socioemocionales juegan un papel más importante en la superación de la prueba que por el conocimiento o el razonamiento. Además, el estudio analizó las estrategias utilizadas por los interrogadores y las razones que proporcionaron para sus veredictos. Se encontró que el 36% de los interrogadores emplearon pequeñas charlas, mientras que el 25% se centraron en factores sociales y

emocionales, y el 13% en el conocimiento y razonamiento. Las razones más frecuentes para los veredictos de IA incluyeron el estilo lingüístico y la falta de personalidad, mientras que las razones para los veredictos humanos incluyeron el tono humano y los errores gramaticales (Jones & Bergen, 2024).

5. APROXIMACIÓN AL DISEÑO DE LA MENTE DE LOS SISTEMA DE IA

Con los resultados mostrados por estas AI generativas, el Test de Turing tiene el riesgo de convertirse en una reliquia arqueológica de la historia de de la IA, aunque el procedimiento puede ser aprovechado para otros menesteres. En nuestro laboratorio “Cognición Humana y Estudios del Cerebro” de la Universidad de Monterrey (México), estamos aprovechando las posibilidades que nos ofrece los agentes GPTs de openAI para intentar ir un paso más allá y diseñar instrucciones (*prompts*), que humanizar a estos agentes en sus interacciones con otros humanos. Los agentes GPTs son un concepto introducido por OpenAI con su chatbot ChatGPT, de forma que los usuarios pudieran personalizar pequeños módulos (que llama Agentes) para propósitos específicos, como resumir textos, aprender a jugar juegos de mesa o enseñar matemáticas, sin requerir habilidades de codificación. Estos Agentes GPT, reciben una serie de instrucciones, que usarán para interactuar con el usuario. Además, también permite que se pueda subir archivos en forma de pdf, que el Agente GPT utilizará en caso de ser necesario acudir a una fuente de información específica. Este contexto que ofrece los agentes GPTs a través de chatGPT se está usando en el laboratorio como base para el diseño de diferentes características de personalidad de los robots. Como base, estamos usando los “*prompts*” del artículo de Cameron Jones y Benjamin Bergen los cuales ya ofrecen un resultado por encima del 54% en el Test de Turing (Jones & Bergen, 2024). Además, estamos también desarrollando un método para definir diferentes características de la personalidad de forma rápida y sencilla en estos Agente GPTs.

El término “personalidad” ha sido y sigue siendo un término polémico y ampliamente discutido en psicología, por lo que no existe ninguna teoría unificada que se use de forma predominante, sino más bien una combinación de observaciones clínicas y científicas (Bleidorn et al., 2020). Sin embargo, existe una aproximación teórica conocida como la teorías de los Cinco Rasgos de Personalidad, que es la más utilizada en diferentes dominios de la psicología con más de 10.000 artículos publicados (John et al., 2008). Oliver John, Laura Naumann y Christopher Soto destacan que lo que faltaba en la psicología de la personalidad era un modelo descriptivo o una taxonomía de los rasgos de personalidad, y es por ello que desarrollaron la teoría de los Cinco Rasgos de Personalidad. Una de las metas centrales de las taxonomías científicas es definir dominios generales bajo los cuales numerosos casos específicos pueden entenderse de manera simplificada. En la psicología de la personalidad, una taxonomía permitiría a los investigadores estudiar dominios específicos de características personales en lugar de examinar por separado miles de atributos particulares. Además, una taxonomía aceptada por la comunidad, generalmente, facilitaría la acumulación y comunicación de hallazgos empíricos al ofrecer un vocabulario estándar con el que interpretar los resultados. Es así, como finalmente, después de décadas de investigación, se logró un consenso inicial sobre una taxonomía general de rasgos de personalidad, conocida como las cinco grandes dimensiones de la personalidad o *Big Five* (John et al., 2008):

- **Neuroticism (neuroticismo o inestabilidad emocional):** se refiere a la tendencia de una persona a experimentar emociones negativas como ansiedad, ira, estrés y depresión. Las personas con altos niveles de neuroticismo son más propensas a ser emocionalmente reactivas y a tener sentimientos negativos persistentes. En contraste, las personas con bajo neuroticismo tienden a ser más emocionalmente estables y menos susceptibles a la ansiedad y el estrés.
- **Extraversion (extraversión):** este rasgo se caracteriza por un alto nivel de interacción con el mundo exterior. Las personas

extrovertidas disfrutan de la interacción social, son enérgicas, entusiastas y tienden a ser asertivas y habladoras. En contraste, los introvertidos son más reservados, tienen niveles de energía más bajos y prefieren la soledad o actividades menos estimulantes socialmente.

- **Openness to experience (apertura a la experiencia):** la apertura a la experiencia indica una apreciación por el arte, la aventura, las ideas inusuales y la imaginación. Las personas con altos niveles de este rasgo son curiosas, creativas y están abiertas a probar cosas nuevas. En contraste, aquellas con bajos niveles tienden a ser más convencionales y prefieren rutinas conocidas y tradicionales.
- **Agreeableness (amabilidad):** la amabilidad refleja la tendencia de una persona a ser compasiva, cooperativa y confiada en lugar de sospechosa y antagónica hacia los demás. Las personas amables son generalmente consideradas, generosas y dispuestas a comprometerse. En contraste, aquellas con bajos niveles de amabilidad pueden ser más competitivas y menos inclinadas a ayudar a los demás.
- **Conscientiousness (escrupulosidad o responsabilidad):** este rasgo indica una tendencia a mostrar autodisciplina, actuar de manera ordenada y dirigida por objetivos. Las personas escrupulosas son organizadas, meticulosas y responsables. Prefieren comportamientos planeados y son confiables en el cumplimiento de sus deberes. En contraste, aquellas con bajos niveles de escrupulosidad pueden ser más descuidadas e impulsivas.

Tal como se ha mencionado, el desarrollo de esta taxonomía se basó en la *Lexical Hypothesis* (John et al., 2008). Esta hipótesis se basa en la idea de que las palabras y términos que las personas utilizan en su vida diaria para describirse a sí mismas y a los demás reflejan atributos importantes y útiles en las interacciones sociales. Así, el vocabulario de personalidad

presente en los diccionarios de un idioma natural proporciona un conjunto extenso, pero finito de términos que describen características de personalidad significativas. Los autores mencionan que la investigación basada en la *Lexical Hypothesis* comenzó con trabajos pioneros de psicólogos como Klages (1932), Baumgarten (1933), y Allport y Odbert (1936). Estos investigadores extrajeron todos los términos relevantes a la personalidad de los diccionarios, guiados por la hipótesis lexical. En su estudio seminal, Allport y Odbert identificaron casi 18,000 términos en un diccionario no abreviado de inglés, que podían usarse para distinguir el comportamiento de una persona de otra. Clasificaron estos términos en cuatro categorías principales: rasgos de personalidad, estados temporales, juicios evaluativos de conducta personal, y características físicas, capacidades y talentos (Allport & Odbert, 1936). La *Lexical Hypothesis* fue crucial en el desarrollo de la taxonomía de los *Big Five*. Los términos de personalidad extraídos del lenguaje natural fueron agrupados y analizados para identificar dimensiones subyacentes que organizan estos términos de manera coherente. Las investigaciones subsecuentes utilizaron técnicas estadísticas como el análisis factorial para reducir estos términos a un número manejable de dimensiones que reflejaran las principales características de personalidad que las personas reconocen y utilizan.

Además, conjuntamente con esta propuesta, los autores diseñaron un inventario para la evaluación de estos cinco grandes rasgos de personalidad: “Big Five Inventory” (Berkeley Personality Lab, n.d.; John et al., 1991), aunque existen muchos otros cuestionarios y escalas propios que se basan en el modelo teórico de los cinco rasgos de la personalidad (Smith et al., 2021). Este inventario está compuesto de 61 ítems, que son breves y evitan estructuras sintácticas complejas. Los participantes tienen que evaluar cada ítem del 1 al 5, siendo 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). Este aspecto es clave para nuestra metodología de implementar una personalidad a la IA, ya que se identificaron los ítems asociados a cada factor para implementarlos en el *prompt* que usará el Agente GPT para interactuar con el humano. Por

ejemplo, el *prompt* de agradabilidad satura en los siguientes ítems:

- Tiende a encontrar fallas con otros
- Es útil y desinteresado con los demás
- Comienza peleas con los demás
- Tiene una naturaleza de perdón
- Es generalmente de confianza
- Puede ser distante y frío
- Es considerado y amable con casi todo
- A veces es grosero con los demás
- Le gusta cooperar con otros

Estos ítems serán introducidos en el *prompt* para diseñar el rasgo de personalidad de agradabilidad. Para esto tenemos desarrollado una instrucción para el Agente GPT que entienda que estos ítems están definiendo como interactuará con el usuario en el rasgo de personalidad de amabilidad, y que la puntuación asociada determinará la intensidad con la que queremos que muestre el rasgo. Esto repetido por cada uno de los rasgos de personalidad, implementa en los Agentes GPT una personalidad que puede ser programada de forma sencilla por psicólogos y fácilmente escalable a la robótica. Mediante esta metodología, y el Test de Turing como condición experimental principal, la psicología dispone de una excelente herramienta para investigar e implementar diferentes características psicológicas a los robots o chatbots basados en IA. Esta metodología, basada en encontrar un marco teórico de la función psicológica que se quiera implementar y un modelo operativo del marco teórico que manipular experimentalmente, es a su vez generalizable a otras instancias psicológicas tales como el auto-estima, apego entre otras. De esta forma, el psicólogo dispone de un método para diseñar la mente de los robots.

6. REFERENCIAS

- Al Lily, A. E., Ismail, A. F., Abunaser, F. M., Al-Lami, F., & Abdullatif, A. K. A. (2023). ChatGPT and the rise of semi-humans. *Humanities and Social Sciences Communications* 2023 10:1, 10(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1057/s41599-023-02154-3>
- Allport, G. W., & Odbert, H. S. (1936). Trait-names: A psycho-lexical study. *Psychological Monographs*, 47(1), i–171.
<https://doi.org/10.1037/H0093360>
- Berkley Personality Lab. (n.d.). *The Big Five Inventory*. Retrieved May 25, 2024, from <https://www.ocf.berkeley.edu/~johnlab/bfi.htm>
- Bleidorn, W., Hopwood, C. J., Ackerman, R. A., Witt, E. A., Kandler, C., Riemann, R., Samuel, D. B., & Donnellan, M. B. (2020). The healthy personality from a basic trait perspective. *Journal of Personality and Social Psychology*, 118(6), 1207–1225.
<https://doi.org/10.1037/PSPP0000231>
- Colby, K. M., Weber, S., & Hilf, F. D. (1971). Artificial Paranoia. *Artificial Intelligence*, 2(1), 1–25. [https://doi.org/10.1016/0004-3702\(71\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0004-3702(71)90002-6)
- Esterwood, C., & Robert, L. P. (2021). A Systematic Review of Human and Robot Personality in Health Care Human-Robot Interaction. *Frontiers in Robotics and AI*, 8.
<https://doi.org/10.3389/FROBT.2021.748246/FULL>
- Goetz, J., & Kiesler, S. (2002). Cooperation with a robotic assistant. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, 578–579. <https://doi.org/10.1145/506443.506492>
- Hung, L., Liu, C., Woldum, E., Au-Yeung, A., Berndt, A., Wallsworth, C., Horne, N., Gregorio, M., Mann, J., & Chaudhury, H. (2019). The benefits of and barriers to using a social robot PARO in care settings: a scoping review. *BMC Geriatrics*, 19(1).
<https://doi.org/10.1186/S12877-019-1244-6>
- John, O., Donahue, E., & Kentle, R. (1991). Big Five Inventory. *APA PsycTests*.
<https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F07550-000>

- John, O., Naumann, L., & Soto, C. (2008). Paradigm shift to the integrative Big Five trait taxonomy: History, measurement, and conceptual issues. In *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 114–158). The Guilford Press. <https://psycnet.apa.org/record/2008-11667-004>
- Jones, C. R., & Bergen, B. K. (2024). *People cannot distinguish GPT-4 from a human in a Turing test*. <https://arxiv.org/abs/2405.08007v1>
- León-Domínguez, U. (2024). Potential cognitive risks of generative transformer-based AI chatbots on higher order executive functions. *Neuropsychology, 38*(4). <https://doi.org/10.1037/NEU0000948>
- Lim, M. Y., Lopes, J. D. A., Robb, D. A., Wilson, B. W., Moujahid, M., De Pellegrin, E., & Hastie, H. (2022). We are all Individuals: The Role of Robot Personality and Human Traits in Trustworthy Interaction. *RO-MAN 2022 - 31st IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication: Social, Asocial, and Antisocial Robots*, 538–545. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN53752.2022.9900772>
- Moor, J. H. (2001). The status and future of the Turing test. *Minds and Machines, 11*(1), 77–93. <https://doi.org/10.1023/A:1011218925467/METRICS>
- Smith, M. L., Hamplová, D., Kelley, J., & Evans, M. D. R. (2021). Concise survey measures for the Big Five personality traits. *Research in Social Stratification and Mobility, 73*, 100595. <https://doi.org/10.1016/J.RSSM.2021.100595>
- Sundar, S. S., Jung, E. H., Waddell, T. F., & Kim, K. J. (2017). Cheery companions or serious assistants? Role and demeanor congruity as predictors of robot attraction and use intentions among senior citizens. *International Journal of Human-Computer Studies, 97*, 88–97. <https://doi.org/10.1016/J.IJHCS.2016.08.006>
- Turing, A. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind, LIX*(236), 433–460. <https://doi.org/10.1093/MIND/LIX.236.433>
- Robert Epstein. (1992). The Quest for the Thinking Computer. *AI Magazine, 13*(2), 81–81. <https://doi.org/10.1609/AIMAG.V13I2.993>
- Warwick, K., & Shah, H. (2016a). Can machines think? A report on Turing test experiments at the Royal Society. *Journal of Experimental & Theoretical Artificial Intelligence, 28*(6), 989–1007. <https://doi.org/10.1080/0952813X.2015.1055826>

- Warwick, K., & Shah, H. (2016b). Passing the Turing Test Does Not Mean the End of Humanity. *Cognitive Computation*, 8(3), 409.
<https://doi.org/10.1007/S12559-015-9372-6>
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—a computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36–45.
<https://doi.org/10.1145/365153.365168>
- Worth, T. (2024). Are robots the solution to the crisis in older-person care? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/D41586-024-01184-4>
- Yam, K. C., Bigman, Y., & Gray, K. (2021). Reducing the uncanny valley by dehumanizing humanoid robots. *Computers in Human Behavior*, 125, 106945. <https://doi.org/10.1016/J.CHB.2021.106945>
- Zhang, C., Chen, J., Li, J., Peng, Y., & Mao, Z. (2023). Large language models for human–robot interaction: A review. *Biomimetic Intelligence and Robotics*, 3(4), 100131.
<https://doi.org/10.1016/J.BIROB.2023.100131>

LA INFLUENCIA TRANSFORMADORA DE LOS MÉTODOS DE DIBUJO EN LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

CARMEN PEREZ GONZALEZ
Universidad Complutense de Madrid

LUIS MANUEL MAYO VEGA
Universidad Complutense de Madrid

1. INTRODUCCIÓN

Durante el año 2024, se ha visto un gran avance en los modelos generativos de IA, permitiendo la creación de imágenes sorprendentes desde texto o una combinación de texto e imagen. Especialmente en el campo de la inteligencia artificial generativa, han surgido nuevas aplicaciones que usan IA para generar representaciones visuales desde descripciones textuales, mostrando una notable capacidad para producir imágenes de alta calidad y atractivo visual. En el ámbito del arte y la creatividad, el entrenamiento de la inteligencia artificial se basa en métodos clásicos del dibujo relacionados con la inteligencia artificial supervisada y no supervisada. El entrenamiento supervisado se asocia con el método de dibujo "lado izquierdo del cerebro" de Edwards (1984), similar a la línea del arte "globocular" de Hockney (2001: 184) y el dibujo de "estereotipos" de Gombrich (1982: 69). Aunque los autores citados emiten juicios morales sobre estos métodos, se describen como procedimientos diferentes pero valiosos para dibujar y entrenar IA, bajo la denominación de "inspirado en metáforas verbales". Esto implica describir características faciales con expresiones como 'ojos almendrados', 'nariz aguileña' o 'sonrisa radiante'.

Las obras de arte concebidas predominantemente con el hemisferio cerebral izquierdo se basan en categorías verbales y descripciones de la

realidad mediante palabras. Por ejemplo, en el rinoceronte de Durer (Gombrich (1982: 44), se evidencia que la forma del animal fue transmitida verbalmente al grabador mediante metáforas y descripciones detalladas, sugiriendo que la creación artística puede prescindir de la observación directa del objeto, bastando una descripción verbal precisa para su representación.

El entrenamiento de la inteligencia artificial no supervisada sigue el método de dibujo propuesto por Edwards (2011: 26), conocido como "retiniano" según Hockney (2001: 183), y el enfoque "verdadero-fotográfico" mencionado por Gombrich (1982: 68). Este método, inspirado en la "cámara oscura", se basa en la reproducción fiel de la realidad o su reflejo en un espejo, como lo describió Leonardo da Vinci. Las obras de arte realizadas con este enfoque se basan en la observación directa de la realidad, utilizando la metáfora del espejo para crear una imagen especular. Este proceso toma en cuenta los principios de la Gestalt, como la distinción figura-fondo y el contorno. Requiere una contemplación personal del sujeto representado, buscando capturar la esencia de las formas mediante luces y sombras.

Para evitar la influencia de prejuicios visuales y clichés, se sugiere seguir el contorno del objeto o enfocarse en espacios vacíos alrededor de la figura. En las aulas de Bellas Artes, se recomienda entornar los ojos al dibujar para resaltar luces y sombras generales, en lugar de atender a estereotipos visuales. Este método, centrado en la percepción espacial y la experimentación visual, resulta más intuitivo en la representación de la realidad.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Explorar la influencia de los métodos de dibujo en la generación de imágenes por inteligencia artificial, analizando la capacidad de los modelos de IA para crear obras de arte originales, creativas y adaptables

estilísticamente, comparando su desempeño en creatividad, estética, interpretación y ausencia de sesgos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Se plantea la preparación de imágenes de referencia para el entrenamiento y evaluación de modelos de IA, seguido por su selección y entrenamiento para la generación de imágenes artísticas. Luego, se evaluarán considerando criterios como fidelidad, creatividad, diversidad y ausencia de sesgos.
- Analizar los resultados de cada modelo, identificar patrones y áreas de mejora, y extraer conclusiones sobre su capacidad para generar imágenes artísticas.
- Reflexionar sobre la colaboración entre la creatividad humana y la capacidad de las máquinas para generar contenido visual, explorando las implicaciones de combinar enfoques de métodos clásicos de dibujo con la inteligencia artificial en la generación de imágenes.

3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para el estudio comparativo entre los métodos del dibujo y los métodos de entrenamiento de la inteligencia artificial se enriquece al integrar el análisis detallado de los métodos clásicos de dibujo antes de iniciar el proceso de preparación de la imagen de referencia y selección de modelos de inteligencia artificial. Este enfoque inicial permitirá comprender a fondo los enfoques tradicionales utilizados en la creación artística manual y establecer conexiones significativas con los procesos de aprendizaje de la IA.

Una vez se haya realizado el estudio de los métodos del dibujo, se procederá a compararlos con los métodos de entrenamiento de la inteligencia artificial permitiendo identificar similitudes y diferencias en términos de creatividad, interpretación visual y procesos de generación artística.

Establecida la base teórica comparativa entre los métodos del dibujo y los métodos de entrenamiento de la inteligencia artificial, se aplicará la metodología de preparación de la imagen de referencia, selección y entrenamiento de los modelos de IA, generación de imágenes y evaluación comparativa. Este enfoque permitirá profundizar en el análisis de las capacidades creativas y generativas de la IA, facilitando una comprensión más completa de sus fortalezas y limitaciones en el proceso de creación de imágenes.

4. RESULTADOS

En este estudio, se adopta un concepto de psicología del arte desarrollado por Gombrich (1982: 68), centrado en el contraste entre "estereotipo versus verdad". Se examina cómo este concepto se aborda en relación con los dos enfoques creativos presentados en el artículo. Gombrich (1982: 72) aclara que utiliza el término "verdadero" en el contexto de la expresión "la cámara no puede mentir", mientras que "estereotipo" se refiere a una etiqueta socialmente aplicada, no sujeta al parecido fotográfico. Se selecciona el par de ilustraciones propuesto por Gombrich (1982: 73) para ejemplificar la dicotomía entre verdad y estereotipo, en este caso, las figuras 38 y 39 de "Wolgemut, grabados en madera de la Crónica de Nuremberg, 1493". Se traduce el dilema de dibujo planteado por Gombrich (1982) y se resuelve a la luz de distintos autores para el entrenamiento de la IA, considerando dos métodos de dibujo: por un lado, Gombrich (1982: 69) sugiere que el método inspirado en la "cámara oscura" (derecho, retiniano, imitando lente) es más veraz que el método inspirado en "metáforas verbales" (izquierdo, globo ocular, siguiendo la palabra). Además, Gombrich (1982: 70) establece que el método de la cámara oscura es verdadero, mientras que el método de las metáforas es estereotipado.

Se examina la predisposición de diversas autoridades hacia los métodos de dibujo, donde Gombrich (1982) adopta una posición radical, Edwards (2011: 28) desestima el dibujo con el lado izquierdo (inspirado

en metáforas verbales) por considerar que limita la creatividad con el tiempo, mientras que Hockney (2001: 184-185) muestra una evaluación más equilibrada, valorando el método retiniano de la cámara oscura por su impacto en la pintura desde 1492, aunque menosprecia el enfoque globocular como anticuado, aunque lo reconoce cuando es utilizado por las vanguardias para desafiar la tradición realista académica. Además, Hockney (2001: 194-195) valora cualquier método que rompa con el sistema anterior. La postura adoptada en este estudio es de equidad hacia ambos sistemas, sin prejuicios.

Gombrich (1982: 69) plantea la relación entre los métodos de dibujo y la verdad, cuestionando cuál es más auténtico y cuál es más engañoso. Este interrogante lleva a considerar una postura ontológica, donde se indaga si es posible alcanzar la verdad mediante un dibujo, o bien, una perspectiva comunicativa, que contextualiza la verdad en relación con la época y el consenso social. Este último enfoque sitúa el dibujo como un medio de comunicación entre el artista y el espectador, donde la credibilidad de la imagen es crucial. Gombrich, al plantear esta cuestión sobre la verdad, invita a reflexionar sobre la fiabilidad de la IA en la generación de imágenes, planteando interrogantes sobre si se puede confiar en sus representaciones y si estas pueden llegar a confundirse con la realidad. La hipótesis de Gombrich es que el dibujo con el lado derecho (retiniano, fotográfico) es verdadero, mientras que el dibujo con el lado izquierdo (globo ocular, basado en clichés verbales) es falso.

El enfoque comunicativo de la verdad según Martín Serrano (2007:251) se define como la correspondencia entre el mensaje y la realidad, donde se considera verdadero aquel signo que representa objetiva, significativa y válidamente la realidad en el mensaje. Bajo este marco, la objetividad de un dibujo se alcanza cuando los datos de referencia se atribuyen legítimamente al referente que designan (Martín Serrano, 2007:252). En el método derecho-retiniano-cámara oscura-fotográfico, la objetividad se evidencia al reproducir fielmente la realidad, como al calcar el perfil de Nuremberg desde una ventana o el escudo de la ciudad desde la fachada

de un hotel. Por otro lado, en el método izquierdo-globo ocular-metáfora verbal-estereotipado, la objetividad se logra cuando la descripción utilizada para el dibujo está socialmente aceptada, como al seguir la descripción de Nuremberg encontrada en un diccionario o en una guía turística.

La significatividad de un dibujo radica en la pertinencia de los datos captados de la realidad según el criterio de uso de la imagen y el punto de vista adoptado (Martín Serrano, 2007:254). En el método derecho-retiniano, el dibujo es significativo cuando se ajusta al criterio de uso establecido y es pertinente para el punto de vista adoptado, como representar los edificios típicos de Nuremberg desde una ventana con vista turística. En contraste, en el método izquierdo-globo ocular, el dibujo es significativo si incorpora elementos descritos en una guía de viaje, pero carece de significado si se basa en descripciones obsoletas o inadecuadas para el turista contemporáneo.

Por último, la validez de un dibujo se relaciona con la capacidad de situar la realidad retratada en un contexto que le otorgue sentido (Martín Serrano, 2007:256). En el método derecho-retiniano, la validez se determina por la coherencia del estilo artístico y la representación del objeto en su contexto, como en la interpretación personal de un artista como Warhol. Por otro lado, en el método izquierdo-globo ocular, la validez se establece mediante la adecuación de la terminología y las metáforas empleadas a los estándares e intereses profesionales, como en el caso de la arquitectura y su jerga técnica específica.

FIGURA 2. Se desarrolla y compara los distintos métodos en una tabla:

Enfoque	Edwards	Hockney	Martin Serrano	Gombrich	IA
Método izquierdo-globo ocular-metáfora verbal-estereotipo	Parte Izquierda del cerebro: Despreciado por "infantil y estereotipado". Encarna todos lo males de la didáctica del dibujo: tópico, adocena, aliena, impide la creatividad personal. Dibujo a partir de "recetas" escolares, esquemas dictados, verbalización de la forma visual	"Globo ocular": imágenes construidas a partir de categorías verbales. La imagen se construye a partir de partes descritas con palabras. Valorado por moderno que rompe con realismo académico	Dibujo verdadero: 1, objetivo por seguir el discurso hablado socialmente aceptado (legal o consensuado) busco en el diccionario la descripción de Nuremberg y la sigo para dibujar. 2, el dibujo es significativo, con el mismo criterio de uso "Nuremberg turístico" si incorporo en mi bosquejo los edificios descritos en una guía de viajes. Si tomo la descripción de Nuremberg de un libro nazi de 1937 el resultado será no será significativo para el turista de hoy.	Dibujo estereotipado, realizado con un grabado tópico que se emplea para representar todas las ciudades. El nombre ("Padua, Nuremberg") valida el cliché visual.	IA supervisada aprende a partir de ejemplos etiquetados como "gato", "amor" o "ciudad de Nuremberg" para construir nuevas imágenes, nuevos contenidos visuales. Metacomunicación: Se indica con frases "Estilo... Warhol, grabado, gótico, cómic, arquitectónico".
Método derecho-retiniano-cámara oscura-fotográfico	Parte Derecha del cerebro: Apreciado por ser explicado por Edwards "mi método garantizado", "libera el potencial creativo": dibujo al revés, seguir contorno, dibujar huecos y no figura. Trata de negar lo verbal para subrayar la Gestalt	"Retiniano": imágenes construidas a partir de calcar la realidad mediante máquinas: ventana de Leonardo, cámara oscura, cámara clara... Valorado por renacentista que rompe en 1490 con figuración gótica	Dibujo verdadero: 1, objetivo por calcar las formas de la realidad. (calco Nuremberg desde la ventana de mi hotel) 2, significativo por calcar los elementos urbanos pertinentes para mi enfoque (calco monumentos en mi enfoque turístico) 3, el dibujo es válido si las expresiones verbales coinciden con la jerga y los intereses de la profesión, enfoque o género pictórico.)	Dibujo "fotográfico" es más verdadero que dibujo estereotipado; calcar la realidad es más verdadero que utiliza clichés de época: una xilografía para ilustrar ciudades llamadas "Nuremberg, Padua".	IA no supervisada aprende a partir de imágenes suministradas, la IA las estudia formalmente y obtiene contenidos: formas visuales de las ciudades y metacomunicación, la IA obtiene rasgos de estilo analizando el trazo, color, y rasgos Gestalt de las imágenes.

Fuente: elaboración propia

La Inteligencia Artificial (IA) comprende diversos enfoques, entre los cuales se destacan la inteligencia artificial supervisada y no supervisada. En el caso de la IA supervisada, los algoritmos aprenden a partir de ejemplos etiquetados, lo que implica proporcionarles conjuntos de datos de entrada junto con las respuestas deseadas. Esto permite al algoritmo mapear las entradas a las salidas correctas. Un ejemplo práctico de este enfoque es el reconocimiento de imágenes, donde el algoritmo se entrena con imágenes etiquetadas como "gato" o "perro" para identificar nuevas imágenes con precisión. Otro caso es el análisis de sentimientos en texto, donde el algoritmo aprende a clasificar opiniones como positivas o negativas basándose en ejemplos previamente etiquetados. En el ámbito artístico, la IA supervisada puede ser utilizada para imitar estilos de artistas reconocidos como Van Gogh o Picasso. Estos modelos se entrenan con obras de arte etiquetadas con el estilo del artista para generar nuevas piezas en ese mismo estilo, o para reconocer y clasificar obras de arte en diversas categorías como paisajes, retratos o abstracto, utilizando imágenes previamente etiquetadas.

Por otro lado, la Inteligencia Artificial No Supervisada busca patrones y estructuras en conjuntos de datos sin la necesidad de etiquetas o respuestas predefinidas. Su objetivo es descubrir información oculta o grupos naturales presentes en los datos de manera automática. Por ejemplo, en la clasificación de lápices de colores por color sin instrucciones explícitas, el algoritmo agrupa los lápices según similitudes detectadas entre ellos. En el contexto artístico, la IA no supervisada puede emplearse para generar arte abstracto de forma automática, buscando patrones y estructuras en datos artísticos para crear nuevas obras sin etiquetas o estilos predefinidos. Además, puede agrupar estilos artísticos similares basándose en características visuales comunes, como tamaño, forma o colores, sin necesidad de etiquetas previas, lo que facilita la clasificación de obras en estilos como impresionismo, cubismo o realismo.

Las dos corrientes de la Inteligencia Artificial (IA) se relacionan con los métodos tradicionales del dibujo mencionados anteriormente. El enfoque analítico y controlado, similar a las obras de arte creadas con la parte izquierda del cerebro, se basa en un proceso analítico y estructurado. Estos métodos emplean algoritmos y modelos matemáticos para procesar datos de manera lógica y ordenada. Ejemplos de esto incluyen sistemas de IA basados en reglas, algoritmos de aprendizaje supervisado y técnicas de procesamiento de lenguaje natural, los cuales priorizan la precisión y la exactitud en la resolución de problemas.

Por otro lado, el enfoque intuitivo y creativo, análogo a las obras de arte creadas con la parte derecha del cerebro, se centra en la emulación de la capacidad humana para la percepción, interpretación y creatividad. Estos métodos buscan capturar la esencia de la intuición humana mediante técnicas de IA no supervisada y generación de contenido creativo, como la música o el arte visual generados por IA.

La combinación de estos enfoques en el desarrollo de sistemas de IA puede conducir a soluciones más completas y efectivas. La integración de métodos que abarquen tanto la lógica y la precisión como la creatividad y la intuición puede impulsar avances significativos en áreas como

el reconocimiento de patrones, la toma de decisiones automatizada y la generación de contenido innovador.

En "Arte e ilusión" de Ernst H. Gombrich se analiza cómo los artistas simplifican elementos visuales para representar la realidad de manera comprensible y significativa. Su enfoque psicológico examina cómo los procesos mentales influyen en la creación y la interpretación de imágenes, destacando la interacción entre el artista, la obra de arte y el observador. En el ámbito de la inteligencia artificial, estas ideas se aplican de la siguiente manera:

- Aprendizaje progresivo: Similar al concepto de progreso en el aprendizaje de Gombrich, la IA puede aprender de forma progresiva a partir de datos, comenzando con totalidades desorganizadas y diferenciando gradualmente detalles y patrones, reflejando el proceso humano de aprendizaje.
- Corrección de errores: Al igual que Gombrich destaca la corrección de errores en la representación pictórica, la IA puede mejorar sus capacidades mediante la corrección continua de sus propios errores, lo que implica un aprendizaje continuo y una mejora progresiva.
- Creación de esquemas visuales: De manera análoga a la descripción de Gombrich sobre los retratos como esquemas modificados por rasgos distintivos, la IA puede crear representaciones visuales basadas en esquemas predefinidos y ajustarlas según la información que desea comunicar, demostrando su capacidad para adaptar sus salidas visuales según el contexto específico.

Arnheim (2013) analiza la percepción visual desde la psicología de la Gestalt, que postula que la mente humana organiza elementos visuales en patrones significativos en lugar de percibir partes individuales. La percepción global prevalece sobre la suma de las partes, influyendo en la interpretación de estímulos visuales. Los principios gestálticos, como la

ley de la buena forma, proximidad y similitud, explican cómo se organizan naturalmente los elementos visuales en patrones coherentes, afectando la percepción del mundo visual. Esta teoría se aplica a la inteligencia artificial de la siguiente manera:

- Reconocimiento de patrones: La IA emplea algoritmos de reconocimiento de patrones para identificar objetos en imágenes o videos, comprendiendo la totalidad de una escena visual en lugar de analizar cada pixel por separado.
- Agrupación y segmentación: Los algoritmos de IA se basan en los principios gestálticos para agrupar elementos visuales similares y segmentar objetos en una imagen, facilitando la comprensión de la estructura visual de una escena.
- Completitud perceptual: Los modelos de generación de imágenes utilizan el principio de completitud perceptual para rellenar áreas faltantes en una imagen o generar predicciones visuales coherentes.
- Simplicidad y regularidad: La IA tiende a generar representaciones visuales simples y coherentes, siguiendo el principio de preferencia por formas simples y regulares en la percepción visual, como lo propone la teoría gestáltica.

Las teorías de Gombrich, centradas en la psicología de la representación pictórica, prometen mejoras sustanciales en la inteligencia artificial (IA). Estas incluyen una mayor comprensión de la percepción visual, lo que podría potenciar la capacidad de la IA para detectar objetos, reconocer patrones y entender escenas complejas. Asimismo, al entender mejor los procesos psicológicos implicados en la representación pictórica, la IA podría mejorar la generación de imágenes sintéticas, haciendo que sean más realistas y coherentes en contextos como la realidad virtual, animación y creación de contenido visual. Las teorías de Gombrich sobre la intención artística y la percepción del espectador podrían ayudar a la IA a interpretar y analizar el significado detrás de obras de arte.

Además, las teorías de la Gestalt podrían ofrecer mejoras en la IA, especialmente en el ámbito del procesamiento de información visual. Esto se reflejaría en un reconocimiento de patrones más efectivo, ya que la Gestalt destaca la importancia de la percepción de la totalidad en lugar de la suma de partes individuales. Las teorías de la Gestalt sobre la organización perceptual podrían ayudar a la IA a generar imágenes más coherentes, siguiendo principios de coherencia, simplicidad visual y a interpretar escenas visuales complejas.

4.1. EL CASO DE ESTUDIO: LA CRÓNICA DE NÚREMBERG

Este libro editado por Hartmann Schedel en 1493 e ilustrado por Michael Wolgemut, ejemplifica cómo la representación visual puede estar influenciada por los estereotipos. En esta obra, se observa que un grabado de una ciudad medieval se presenta con diferentes leyendas, representando ciudades distintas como Núremberg, Nápoles, Padua. A pesar de la falta de veracidad en sus títulos, el objetivo era convencer al espectador de la identidad de las ciudades, mostrando cómo los estereotipos podían influir en la creación de imágenes visuales en ese contexto histórico. Si se extrapola al entorno de la inteligencia artificial sobre el reconocimiento de imágenes, los estereotipos pueden influir en la interpretación de las imágenes de un modo muy interesante: la IA toma para realizar sus imágenes las más virales, las mejor posicionadas en los buscadores; para la IA “imagen estereotipo” es imagen democráticamente preferida (siempre que los algoritmos no manipulen ese consenso). Si admitimos que las imágenes que aparecen primero en los buscadores son las preferidas, entonces la IA emplea el cliché como norma. Los datos inadecuados social y políticamente surgen si el programador de los buscadores incorpora un sesgo y coloca entre las imágenes destacadas conjuntos ofensivos. Si los datos de entrenamiento empleados para instruir a la IA incluyen estereotipos, es probable que el sistema reproduzca esas mismas inclinaciones al analizar nuevas imágenes.

Se evaluaron varios generadores de IA para determinar el grado de creación de imágenes estereotipadas y su calidad estética.

Se utilizaron los generadores más populares y gratuitos, y se diseñó un conjunto de instrucciones con tres textos distintos relacionados con La Crónica de Núremberg.

Estas instrucciones fueron específicamente creadas para el estudio. Se produjeron un total de 101 imágenes utilizando tres modelos de IA para texto a imagen y tres modelos para imagen y texto a imagen, lo que suma seis modelos en total.

- Artguru Generador
- Cut Out Pro
- Dalle 3 o Bing
- Leonardo Ai
- Léxica
- Stable Difusión Reimage

Se empleó la imagen del grabado de la Crónica de Núremberg del libro de Gombrich (1982: 99), como referencia para evaluar y comparar las capacidades de diversas inteligencias artificiales en la generación de imágenes, resaltando sus resultados distintivos.

La preparación de la imagen de referencia implicó adaptarla para ser compatible con los modelos de inteligencia artificial seleccionados. Esta imagen representa diferentes ciudades como Núremberg, Nápoles y Padua (Fig. 1).

FIGURA 1. De izquierda a derecha grabado de la ciudad de Núremberg del libro de Gombrich *Arte e ilusión*, imagen generada por ArtGuru y por Cut Out Pro.



Fuente: elaboración propia

Se seleccionaron los cinco modelos de IA anteriores. Estos modelos fueron entrenados utilizando la imagen de la Crónica de Núremberg como entrada, con el objetivo de que aprendieran a generar imágenes basadas en esta referencia. Surge la cuestión sobre el grado en que estos generadores producen imágenes estereotipadas. Para abordar este problema, se necesitaban textos adecuados para crear un conjunto de imágenes apropiadas. Se exploraron instrucciones iniciales, primero utilizando solo texto y luego agregando las ciudades de Núremberg, Nápoles y Padua a cada una. En total, se crearon 12 instrucciones. Los prompts iniciales fueron:

- Inked map of a massive fantasy city with a plaza in the center, 8k
- Top-down, 2d, village map, black and white, charcoal sketch, medieval or pre-renaissance aesthetic, whimsy and irregularity in the building shapes, as if they've been drawn from a fairy tale.
- Map of a medieval big city, in the middle is a big round building, in the south is an academy with a bridge leading up to it, next to it in the west is a gothic church. ink on paper.

Se procedió a la generación de imágenes con el fin de comparar cómo cada modelo interpretó y recreó la imagen de referencia de manera única siguiendo cada una de las instrucciones. En cuanto a la evaluación y comparación de las imágenes creadas por cada modelo, se utilizaron tres métricas en una prueba subjetiva: estética, comprensión e interpretación, y creatividad. Esta evaluación se realizó en una escala del uno al cinco, donde uno representaba el valor más bajo y cinco el más alto. Se evaluó la capacidad creativa de cada modelo para generar obras de arte originales y creativas, así como su interpretación estereotipada, analizando cómo incorporaron elementos estereotipados o sesgados en las imágenes generadas.

También se examinó la adaptabilidad estilística de cada modelo, su capacidad para adaptarse a diferentes estilos artísticos, así como su

capacidad para generar obras innovadoras y originales.

Se analizó el atractivo estético de las imágenes generadas, así como si cumplían con las reglas estéticas de composición y si coincidían con el texto proporcionado.

Se llevó a cabo un análisis de los resultados obtenidos por cada modelo con el fin de extraer conclusiones sobre su capacidad para generar imágenes basadas en la imagen de la Crónica de Núremberg.

Se compararon las soluciones proporcionadas para identificar las fortalezas y debilidades de cada modelo.

El análisis de resultados y las conclusiones extraídas permitieron examinar la capacidad de cada modelo para generar imágenes basadas en la imagen modelo.

Se determina que los máximos rendimientos se observan en Stable Difusión Reimage, Artguru y Cut Out Pro (Fig.1), ya que se aproximan notablemente al original con interpretaciones estereotipadas y presentan habilidades estilísticas destacadas para adaptarse al estilo. Sin embargo, su nivel de creatividad es bastante bajo.

Por otro lado, Lérica (Fig.2) y Dalle3 se distancian del original, y tanto sus interpretaciones estereotipadas como sus capacidades estilísticas para adaptarse al estilo son limitadas. Ambas han seleccionado un punto de vista alto en la composición del plano, utilizando un ángulo picado, a pesar de no haber recibido indicaciones al respecto. Esto sugiere la necesidad de agregar esta información a las instrucciones para estos modelos.

FIGURA 2. Imágenes de Lexica de las tres ciudades.



Fuente: elaboración propia

Cut Out Pro y Leonardo AI se acercan considerablemente al original, dependiendo del prompt seleccionado. Ambos muestran una capacidad notable para replicar el sesgo del modelo inicial, pero su nivel de creatividad varía según la instrucción utilizada, siendo en esas imágenes alto nivel de originalidad e innovación.

En particular, Leonardo AI se destaca por su atractivo estético (Fig.3), demostrando una gran habilidad para crear imágenes con una alta capacidad creativa y generar obras innovadoras y originales. No obstante, dependiendo del prompt utilizado, pueden quebrantar las reglas de composición y encuadre establecidas.

Claramente, el atractivo estético depende del generador IA utilizado, los parámetros de las instrucciones, el texto proporcionado y el criterio de selección del evaluador.

Todos ellos han coincidido en un mismo estilo de representación, por tanto, en el texto proporcionado también sigue esa misma línea estilística y estereotipada de manera uniforme.

A pesar de sus capacidades, no siempre logran reproducir con precisión los textos insertados en la imagen de referencia. Esto indica que, aunque los modelos puedan generar representaciones visuales cercanas al modelo proporcionado, la correspondencia entre los textos de la imagen y su reproducción en la generación de inteligencia artificial no siempre es exacta.

FIGURA 3. *Imágenes de Leonardo de las tres ciudades.*



Fuente: elaboración propia

La inteligencia artificial no reconoce el texto con significado, sino que lo trata como parte de la imagen como Stable Difusión Reimage (Fig. 4).

FIGURA 4. *Imágenes de Stable Difusión Reimage de las tres ciudades.*



Fuente: elaboración propia

El presente artículo evidencia que la inteligencia artificial (IA) tiende a estereotipar las imágenes que crea por varias razones. En primer lugar, se debe al uso de datos de entrenamiento sesgados, los cuales pueden contener sesgos culturales o sociales. Estos sesgos se reflejan en las imágenes generadas, perpetuando así estereotipos. Además, las limitaciones

en la capacidad de la IA para comprender las instrucciones o el entrenamiento pueden resultar en una simplificación excesiva de conceptos y la representación de estereotipos. También influye la preferencia de la IA por patrones familiares y predecibles para maximizar su precisión y eficiencia, lo que puede llevar a la reproducción de estereotipos en lugar de la creación de imágenes más diversificadas y originales. Asimismo, el contexto en el que se entrena la IA puede influir en las imágenes que genera; si el contexto de entrenamiento refuerza ciertos estereotipos, es probable que la IA reproduzca estos patrones en sus creaciones. Finalmente, la ausencia de comprensión contextual completa por parte de la IA al generar imágenes puede llevar a la falta de consideración del contexto relevante para evitar la reproducción de estereotipos.

5. DISCUSIÓN

En la discusión sobre la influencia de los métodos de dibujo en la inteligencia artificial, se plantea un interesante diálogo entre la creatividad humana y la capacidad de las máquinas para generar contenido visual. La comparación entre los enfoques del lado izquierdo y derecho del cerebro con la inteligencia artificial supervisada y no supervisada lleva a reflexionar sobre cómo la combinación de la lógica y el análisis con la intuición y la creatividad puede enriquecer los procesos de generación de imágenes por parte de las IA.

La noción de colaboración entre el espectador y la obra de arte, como se describe a través del concepto de "cómplice" en el arte, plantea la importancia de la interpretación subjetiva del observador en la apreciación de una obra. Al extrapolar este concepto a la interacción entre los usuarios y las creaciones visuales generadas por inteligencias artificiales, surge la pregunta sobre cómo se puede fomentar una conexión significativa y emocional entre las obras de arte generadas por IA y el público. De esta manera, se ampliaría la reflexión sobre la interacción entre humanos y sistemas de IA en el contexto de la creación visual, incluyendo consideraciones éticas clave para el desarrollo responsable de tecnologías de IA en el campo artístico.

Los principios gestálticos, como la ley de la buena forma y la proximidad, subrayan la importancia de la totalidad sobre la suma de las partes en la interpretación de estímulos visuales. Al aplicar estos conceptos en el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial, se promueve una comprensión más holística de las imágenes y una mayor coherencia en la generación de contenido visual.

Partiendo de la observación de que hay pocos estudios que evalúan la estética de las imágenes generadas por IA y que consideran el estereotipo de estas imágenes como parte del análisis, es relevante recordar lo que señaló Gombrich en un caso de estudio del que se ocupa este artículo. En este caso, Gombrich defendió cómo los artistas creaban piezas estereotipadas con el objetivo de persuadir al espectador sobre la identidad de las ciudades, aunque se utilizara la misma imagen para ilustrar diferentes localidades. Esto evidencia cómo los estereotipos pueden influir en la creación de imágenes visuales en contextos específicos. La comparación con la IA es interesante porque sugiere que este fenómeno no es exclusivo de los humanos, sino que también puede ocurrir en la generación de imágenes por IA, y es importante considerarlo al evaluar la calidad de estas imágenes. Las razones por las que la IA tiende a estereotipar las imágenes que crea incluyen sesgos en los datos de entrenamiento, limitaciones algorítmicas, preferencia por patrones familiares (Fig. 5), influencia del contexto de entrenamiento y falta de comprensión contextual completa.

FIGURA 5. Imagen de Google maps de Padua y lexica con el prompt: *inked map of a massive fantasy city with a plaza in the center, 4k Padua.*



Fuente: elaboración propia

Para abordar estos aspectos, se diseña una prueba subjetiva que incluye la evaluación del atractivo de la imagen, el componente estereotipado y la correspondencia con el texto. Es importante destacar que la predicción del atractivo y el estereotipo de la imagen representa un desafío para los modelos de IA, ya que ninguna de estas características ha sido desarrollada dentro del contenido de las solicitudes para crear las imágenes generadas por IA. Por lo tanto, se requiere el desarrollo de modelos y características específicas que aborden las cualidades particulares de este tipo de imágenes para los modelos de IA.

La fusión de prácticas artísticas tradicionales con tecnología emergente abre un abanico de posibilidades creativas, donde la integración de métodos clásicos de dibujo con las capacidades innovadoras de la inteligencia artificial puede resultar en avances significativos en la generación de contenido visual. Esta fusión no solo impulsa la creatividad y la expresión artística, sino que también plantea desafíos éticos y estéticos sobre la autenticidad y originalidad en el arte generado por IA.

6. CONCLUSIONES

Desde la perspectiva de los enfoques comparados, se revisa el análisis realizado por Gombrich sobre la Crónica de Nuremberg. En este contexto, Gombrich aboga por la veracidad de las imágenes del siglo XVI para el siglo XX, solicitando que estas sean objetivas, significativas y relevantes para el año 1959. Sin embargo, su análisis parece ignorar la naturaleza coyuntural de la verdad, la cual está intrínsecamente ligada a la época en que se produce. En este sentido, las imágenes son consideradas verdaderas en función de su objetividad, significado y validez para su periodo histórico respectivo.

Gombrich busca que las representaciones de las ciudades en la Crónica de Nuremberg se ajusten a estándares contemporáneos de veracidad, tal como lo harían las técnicas utilizadas por fotógrafos o cartógrafos del siglo XX. Sin embargo, este planteamiento puede ser considerado anacrónico, ya que impone demandas a Schedel, el editor del libro de 1493,

que van más allá de las capacidades tecnológicas y conceptuales de su época. Además, Gombrich se equivoca al atribuir un valor absoluto a la verdad en la representación, ya que esta verdad está condicionada por el contexto histórico y cultural.

La crítica de Gombrich a la Crónica de Nuremberg lo sitúa en el ámbito de la Sociología del Conocimiento, sugiriendo que los historiadores contemporáneos deben adoptar una perspectiva distanciada para comprender las imágenes del pasado. En este sentido, es importante reconocer la diferencia en el criterio de verdad entre la fotografía y las representaciones pictóricas inspiradas por un texto. Evitando así, la connotación negativa asociada al término "estereotipo" y entendiendo este como un concepto consensuado y ampliamente aceptado en su contexto histórico y cultural.

Al analizar las críticas de Gombrich en contraposición con los estereotipos generados por la IA se revela la comprensión de la representación visual a lo largo del tiempo. Gombrich cuestiona la imposición de estándares contemporáneos de veracidad en imágenes históricas, reconociendo que la verdad comunicativa está condicionada por el contexto temporal y cultural en que se produce. De manera similar, las observaciones sobre los estereotipos generados por la IA resaltan cómo las representaciones visuales pueden reflejar sesgos presentes en los datos de entrenamiento, así como en el contexto en que se desarrolla. Ambos casos enfatizan la importancia de comprender y contextualizar las imágenes en función de su época y las influencias culturales y sociales.

La convergencia entre métodos de dibujo tradicionales e inteligencia artificial (IA) promete desencadenar nuevas dinámicas en la creación artística. La perspectiva de Gombrich sobre la interacción del espectador en la construcción de significados encuentra eco en la naturaleza intuitiva y creativa del lado derecho del cerebro, tal como lo expone Edwards, así como en la capacidad de la IA supervisada para aprender y generar obras en estilos específicos a partir de ejemplos etiquetados. Por otro lado, la teoría de la Gestalt, que se centra en la percepción visual y la organización de elementos en la creación artística, se asemeja al enfoque

analítico y controlado asociado al lado izquierdo del cerebro, según lo planteado por Edwards. Esta perspectiva guarda similitud con la capacidad de la IA no supervisada para identificar patrones y estructuras en datos sin etiquetar, permitiendo agrupar estilos artísticos similares en función de características visuales comunes. La interacción entre estas corrientes podría propiciar una sinergia entre la creatividad humana y la capacidad de análisis y síntesis de la IA, abriendo nuevas posibilidades de expresión artística y exploración creativa en un entorno digital en constante evolución.

El estudio de caso de la Crónica de Núremberg proporciona una visión práctica de la integración entre métodos de dibujo e inteligencia artificial (IA). Se concluye que esta convergencia ha mejorado notablemente la capacidad de generar contenido visual de manera creativa y expresiva, evidenciando el potencial transformador de esta sinergia. Para evaluar la calidad de los generadores de imágenes de IA en términos de atractivo visual y presencia de estereotipos, se realizó un estudio comparativo utilizando seis modelos de IA diferentes. La evaluación constó de dos partes: una evaluación subjetiva de las imágenes generadas por cada modelo a partir de una imagen de referencia, y una evaluación del atractivo visual, grado de estereotipos y fidelidad al texto proporcionado. Los resultados revelaron variaciones en el atractivo visual y la presencia de estereotipos entre los modelos evaluados. Aunque los generadores de IA demostraron la capacidad de generar imágenes de alta calidad, no siempre lograron reproducir con precisión los textos asociados. Se observó que la mayoría de las imágenes coincidían con el contexto del texto, aunque algunos modelos presentaban discrepancias. Se destaca la importancia de considerar tanto la fidelidad al texto como el atractivo visual y la reducción de estereotipos en el desarrollo de generadores de IA para garantizar la calidad y relevancia de las creaciones visuales producidas.

Estos hallazgos sugieren que, si bien la coincidencia con el texto mejorará con los avances en la tecnología, la atención al atractivo visual y la reducción de estereotipos en las imágenes generadas también deben ser

aspectos prioritarios en el desarrollo de generadores de IA para garantizar la calidad y la relevancia de las creaciones visuales producidas.

Como conclusiones adicionales se podría decir que:

- La colaboración entre la creatividad humana y la inteligencia artificial en la generación de imágenes abre nuevas posibilidades para la exploración artística y la innovación en el campo de la creación visual.
- La inclusión de criterios subjetivos, como el atractivo visual y la presencia de estereotipos, en la evaluación de las imágenes generadas por IA es fundamental para comprender y mejorar la calidad de las creaciones visuales producidas.
- La fusión de métodos clásicos de dibujo con tecnología emergente no solo enriquece los procesos de generación de imágenes, sino que también promueve una comprensión más integral de la estética y la coherencia visual en las creaciones artísticas.
- La inclusión de anotaciones subjetivas en futuros proyectos de investigación en el campo de la generación de imágenes por IA son clave para avanzar en la mejora continua de la calidad y relevancia de las creaciones visuales producidas por estos sistemas.

En futuras investigaciones, se sugiere ampliar el conjunto de datos de generadores de imágenes de inteligencia artificial y la variedad de imágenes de referencia. Esta ampliación permitirá una evaluación más completa del desempeño de los generadores de IA en términos de atractivo visual y presencia de estereotipos. Al expandir el conjunto de datos, se obtendrá una perspectiva más representativa de las capacidades de estos sistemas, facilitando una comparación exhaustiva de su rendimiento. Además, la inclusión de anotaciones subjetivas relacionadas con el atractivo visual y los estereotipos en las imágenes generadas permitirá una evaluación más detallada de la calidad de las creaciones visuales producidas por estos sistemas. Este conjunto de datos inicial proporciona una

base sólida para futuros proyectos de investigación en el campo de la generación de imágenes por inteligencia artificial, destacando la importancia de considerar estos aspectos clave para mejorar la calidad y relevancia de las creaciones visuales producidas.

7. REFERENCIAS

- ARNHEIM, R., BALSEIRO, M. L., (2013). *Arte y percepción visual: psicología del ojo creador* ([2A ED., 7A REIMP.], SER. ALIANZA FORMA, 3). ALIANZA.
- EDWARDS, B. (2011). *Nuevo aprender a dibujar con el lado derecho del cerebro*. URANO.
- GOMBRICH, E. H. (1982). *Arte e ilusión: estudio sobre la psicología de la representación pictórica* ([2A ED.], SER. GG ARTE). GUSTAVO GILI.
- GÓMEZ MOLINA, J. J. (2002). *Máquinas y herramientas de dibujo*. CÁTEDRA.
- HOCKNEY, D. (2001). *El conocimiento secreto*. DESTINO.
- MARTÍN SERRANO, M (2007). *Teoría de la comunicación. La comunicación, la vida y la sociedad*. MC GRAW HILL.

ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN DE LA DESINFORMACIÓN SOBRE VACUNAS: EL PAPEL DE LA IA EN LA CREACIÓN DE CONCIENCIA

SOFIA ESTELLES-MIGUEL

Universitat Politècnica de València (UPV)

SOFIA APARISI-TORRIJO

Universitat Politècnica de València (UPV)

DAYANIS GARCIA-HURTADO

Universitat Politècnica de València (UPV)

GREGORIO RIUS-SOROLLA

Universitat Politècnica de València (UPV)

1. INTRODUCCIÓN

El discurso de los "antivacunas" crea un contexto de desconfianza ante la sanidad y hacia las autoridades sanitarias, con un argumentario basado en la libertad de elección y el rechazo a la industria farmacéutica. Este marco narrativo dominante destacó durante el brote de sarampión sufrido en Nueva York en 2018 y que duró 11 meses (Zucker, y otros, 2020). No ha sido la primera, ni la última vez que esto ha sucedido. En redes sociales se producen discursos de este tipo, sobre todo en Twitter y Facebook (Deiner, y otros, 2017).

Las redes sociales han alimentado un ecosistema de información con gran cantidad de datos, sin precedentes en épocas anteriores, mezclado con opiniones e información, en muchas ocasiones, no verificadas (Curioso, 2011).

Este efecto se ha visto incrementado en gran medida durante la crisis sanitaria provocada por el COVID-19. Este información no verificada

e infundada fue difundida tanto por redes sociales como por los medios de comunicación tradicionales, generando una notable desinformación. La Organización Mundial de la salud y la Unión Europea han iniciado una gran lucha contra la desinformación. Entendiendo como desinformación aquella que es deliberadamente falsa y se difunde por motivos económicos, ideológicos u otras razones (Ireron & Posetti, 2018).

Otro concepto de desinformación es la información errónea proporcionada a través de titulares alarmistas o morbosos, información científica confusa, creación de estereotipos o etiquetas, invisibilidad de algunos colectivos de enfermos, poco contexto de las informaciones de salud, uso inapropiado, abuso o frivolidad de términos, imágenes erróneas o escabrosas y poca información preventiva (Cáncer, 2006). Dentro del concepto general de desinformación se pueden encontrar los bulos que son mensajes falsos fabricados en las redes por usuarios, individuales o colectivos, con el fin de crear un determinado estado de opinión (Aparisi, Garcia-Marin, & Rincon-Manzano, 2019).

Si bien existen artículos sobre el potencial que pueden tener las redes sociales para promover la educación y la salud, muchos indican que, aunque actualmente son un medio habitual de acceso a la información sanitaria, en la mayoría de los casos no están avaladas científicamente (Rodriguez, Huerta, Valencia, Montana, & Ortega, 2023).

En la actualidad cada vez son más frecuentes las publicaciones en redes sociales de grupos antivacunas (Vacunología, 2018) y (Vasoughi, Ray, & S, 2018), los mismos cuestionan la seguridad de las vacunas, promueven su debate y contribuyen a la reducción de las tasas de vacunación y con ello al aumento de enfermedades que de otra forma serían prevenibles con la vacunación.

Con todo esto, vemos que la información errónea en las redes sociales u otros medios puede tener efectos adversos en la salud pública, sobre todo en lo relacionado con la prevención y la vacunación. Por ello, es importante identificar y reducir o mitigar dicha información errónea.

Es este contexto, la inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta prometedora para contrarrestar la propagación de información falsa, mejorando las estrategias de comunicación y educación sanitaria.

La Inteligencia Artificial (IA) está transformando numerosos sectores, permitiendo avances significativos en el análisis de datos, la automatización de procesos y la toma de decisiones. Se estima que el impacto de la IA en el conjunto de la economía mundial puede llegar a alcanzar el 14% del producto interior bruto mundial para 2030 (Rao & Verweij, 2017). Estas estimaciones generan un alto deseo por parte de todos los actores de desarrollar la industria de la IA con mayor velocidad (Hall & Pesenti, 2017).

Sin embargo, a pesar de sus numerosas ventajas, debemos ser conscientes también de los posibles efectos adversos de la IA. Está probada la parcialidad en los sistemas de IA que impactan un amplio contexto multidisciplinar (Ntoutsi et al., 2020). La IA está sujeta a sesgos que pueden tener consecuencias perjudiciales (Binns, 2018). El sesgo, en términos algorítmicos, es un error sistemático o una tendencia inesperada a favorecer un resultado sobre otro (Mehrabi et al., 2021). Los posibles sesgos existentes en la IA hacen persistentes las desigualdades provocando discriminaciones evidentes (Leavy, 2018). Estos sesgos pueden proceder de diversas fuentes, como los datos utilizados para entrenar los modelos, los propios algoritmos o las personas que los diseñan y los despliegan (Barocas & Selbst, 2016).

Aunque la desinformación en línea no es un fenómeno nuevo, los rápidos avances de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (particularmente el uso de la IA) han alterado las formas en que se puede producir y difundir la desinformación (Bentzen, 2018).

A pesar de que la IA se puede utilizar para producir desinformación, en este estudio se aborda cómo nos puede ayudar la IA a detectar dicha desinformación y a generar ideas para solucionarla.

El presente capítulo se reparte de la siguiente forma, se inicia con una

introducción que introduce el campo a estudiar y la importancia de este, seguido de los objetivos de la investigación. Se explica a continuación la metodología utilizada, posteriormente se discuten los resultados y finalmente se presentan las conclusiones.

2. OBJETIVOS

En el presente capítulo se evalúa cómo la Inteligencia Artificial puede ser usada para identificar, prevenir y mitigar posibles epidemias y enfermedades combatiendo la desinformación, así como los marcos narrativos antivacunas. El presente trabajo va a evaluar las líneas de investigación existentes sobre el uso de la IA en las estrategias de comunicación que fomenten una mayor conciencia y aceptación de las vacunas entre el público en general, como método de prevención de enfermedades.

3. METODOLOGÍA

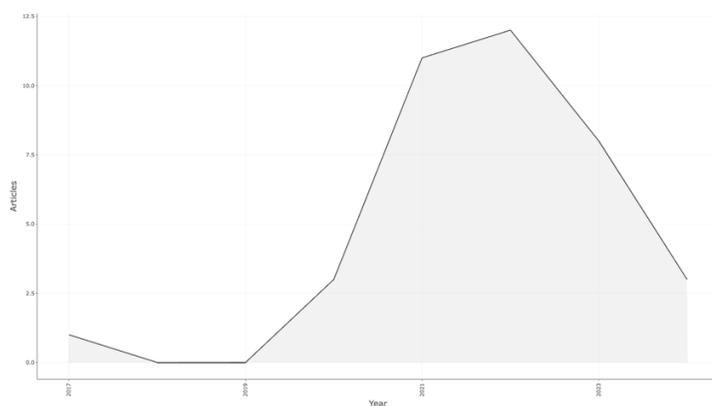
Este estudio emplea el análisis bibliométrico para explorar el foco de investigación activo e influyente y las posibles vías de investigación futura en el campo de la desinformación en cuanto a vacunas y como mitigarla mediante el uso de la IA. La metodología bibliométrica basada en el análisis estadístico de las publicaciones académicas (Pritchard, 1969), proporciona una visión objetiva e imparcial de un campo de investigación (Zupic & Čater, 2015). El enfoque es sistemático, fácilmente reproducible, fiable y transparente, y utiliza mediciones estadísticas para evaluar la ciencia, los investigadores y su producción científica (Aria & Cuccurullo, 2017). Los estudios bibliométricos encuentran aplicaciones en diversos campos de la investigación en ciencias sociales como la gestión (Podsakoff et al., 2008) o la gestión del conocimiento (Gaviria-Marín, 2021).

Se siguen las recomendaciones de Zupic & Čater (2015), con un flujo de trabajo de cinco pasos: Diseño del estudio; Construcción y recopilación del conjunto de datos; Análisis de los datos; Visualización de los datos e Interpretación.

El estudio se diseña con la pregunta de investigación predefinida que constituye un examen transversal de los artículos que informan investigaciones originales sobre el uso de la IA en la reducción y prevención de la desinformación sobre las vacunas.

El paso siguiente es la recogida de datos con un esquema de búsqueda desarrollado para artículos científicos en el nicho estudiado. Se utiliza la base de datos Web of Science (WoS) core collection por su contenido de alta calidad y reconocimiento científico (Baier-Fuentes et al., 2019). La búsqueda utiliza los términos "Artificial Intelligence" y "Vaccin*" y "Prevention" e "inform*" en todos los campos. Obteniendo 72 trabajos. Al ser pocos trabajos, no se limita el marco temporal ya que las primeras publicaciones se registran a partir del 2012 (ver Figura 1) y se incluyen los trabajos realizados hasta junio de 2024. Además, se tienen en cuenta diferentes tipos de trabajos como artículos, artículos *early access*, revisiones, publicaciones de congresos, y capítulos de libro guardando únicamente los trabajos en inglés. Tras la revisión de los resúmenes, el conjunto de datos final está formado por 38 artículos. Se descargan todos los metadatos disponibles de WoS para estos artículos.

FIGURA 1. Distribución de los documentos publicados por año en el ámbito de la investigación



Fuente: Elaboración con Bibliometrix con la base the WoS (2024).

La base de datos resultante es formada por 38 artículos publicados en 36 revistas con 27,37 citas de media. La base se conforma de la siguiente manera: 23 artículos, 9 revisiones, 4 *proceedings papers*, 1 material editorial y el último es una *letter*. La base tiene más de 241 autores lo que refleja que muchos trabajos han sido escritos por numerosos autores y comprende más de 2.355 referencias. El 29% de los artículos tienen coautores internacionales.

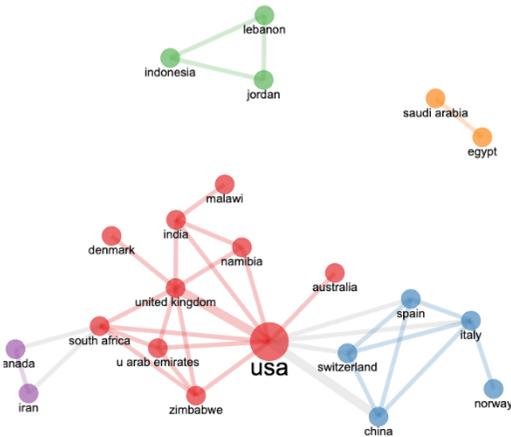
La Figura 1 muestra como el interés por este nicho se genera a partir del 2020 y crece exponencialmente hasta 2021 para estabilizarse en 2022, con 12 artículos ese año, y decrecer en 2023 a 8 artículos. El 2024 no se puede tener en cuenta por no haber finalizado el año. En general, se puede decir que, a pesar de generar mayor interés en los últimos años, la investigación producida en ese campo es baja. Se trata por lo tanto de un nicho muy concreto, pero se espera que pueda ser de gran atractivo en los próximos años debido a la controversia de la temática del uso de la IA en la desinformación en temas de salud.

Las fases de análisis, visualización e interpretación de los datos se comentan en la sección Resultados.

4. RESULTADOS

La Figura 2 refleja que la investigación sobre el rol de la IA en la prevención de la vacunación tiene un foco activo entre varios países. En dicha figura se observan los 5 grupos de redes de colaboración entre países. En rojo, el país con más artículos publicados, USA, se relaciona fuertemente con Reino Unido y la India, y también con países africanos como Namibia, Zimbawe, Egipto o Sudáfrica, y con otros países como Dinamarca o Emiratos Árabes, entre otros. También vemos que USA colabora estrechamente con China del clúster Azul, que a su vez colabora con Italia, Suiza o España, entre otros. Con Sudáfrica, del clúster rojo, colaboran Canadá e Irán, del grupo morado. Destacan dos clústers por ser independientes, el verde con Indonesia, Líbano y Jordania, y el amarillo con Arabia Saudí y Egipto. Significa que esos países investigan sobre el campo entre ellos sin cooperación con otros países.

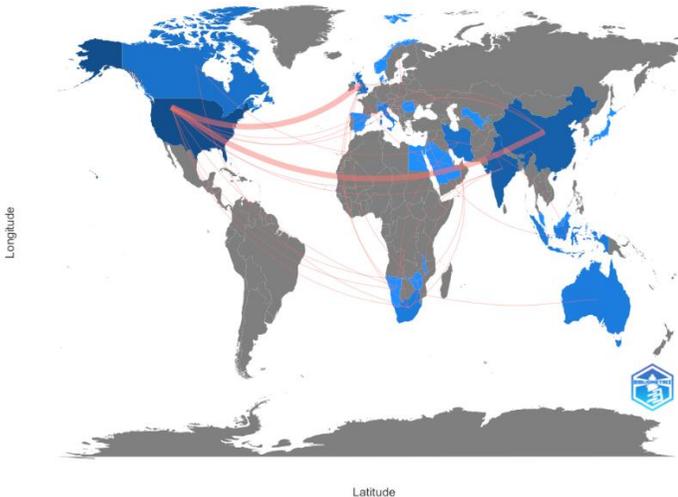
FIGURA 2. Colaboración entre redes de países



Fuente: Elaboración con Bibliometrix con la base the WoS (2024).

En la Figura 3, se refuerzan los hallazgos de la Figura 2, en la que se aprecia una notable colaboración internacional en el que USA está en el centro colaborando activamente con Reino Unido y la India o bien China. Desde USA se generan interesantes flujos de colaboración con numerosos países, entre ellos varios países de África.

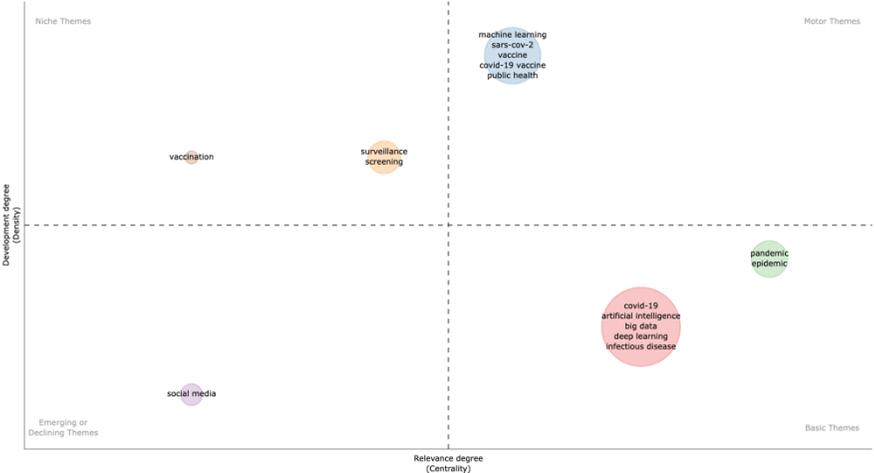
FIGURA 3. Colaboración mundial



Fuente: Elaboración con Bibliometrix con la base the WoS (2024).

Para comprender el campo de investigación llevamos a cabo un análisis de la estructura temática con las palabras clave de autor como variable de análisis, ver Figura 4. Según Aria et al. (2022), las comunidades temáticas se identifican a través de subgrafos altamente conectados, por lo que en este gráfico se vislumbra la cartografía temática del campo dividido en cuatro cuadrantes, utilizando el algoritmo de Louvain y con las 300 palabras clave que más co-ocurren. Para mejorar la legibilidad del mapa, cada tema se etiqueta con sus palabras clave más frecuentes, lo que da lugar a agrupaciones sugeridas por el software Bibliometrix.

FIGURA 4. Mapa temático conceptual



Fuente: Bibliometrix, 2024

En uno de los cuadrantes están **los temas motores** con alta centralidad y densidad, formando el marco conceptual central. El tema motor incluye el clúster azul que llamaremos *Machine Learning*, con las palabras *Sars-Cov-2*, *Vaccine*, *COVID-19 vaccine* y *public health*. Durante la crisis sanitaria provocada por el Sars Cov-2, la comunidad investigadora mundial se enfrentó a llamadas urgentes para el desarrollo de herramientas de diagnóstico rápido, protocolos de tratamiento efectivos y vacunas contra el patógeno SARS-CoV-2, y la IA apareció en el panorama como posible herramienta de diagnóstico, detección, tratamiento, prevención eficaz (Sreepadmanabh et al., 2020) y seguimiento de epidemias (Santus

et al., 2021). Los métodos de aprendizaje automático (*Machine Learning*) se han utilizado como sistemas de diagnóstico asistidos para detectar, rastrear, predecir la propagación de COVID-19 y encontrar una cura contra él (Shahid et al., 2021). Durante el transcurso de la pandemia, la población participó en Twitter y otras plataformas de redes sociales, para compartir sus experiencias durante esta pandemia, sin embargo resultaron ser canales de desinformación con datos ruidosos y desequilibrados que causaron algoritmos sesgados (Shahid et al., 2021). Aparecieron teorías de conspiración en redes sociales y noticias con marcos narrativos que alimentaron el movimiento de no vacunación, entre otros (Shahsavari et al., 2020). Como elemento llamativo, la dependencia de algunas fuentes de información, como las plataformas de redes sociales, se han asociado con tasas más altas de vacilación ante la vacunación (De Coninck et al., 2021). Algunos modelos de lenguaje basados en IA, como ChatGPT, pueden llevar a cambiar el paradigma de cómo los humanos adquieren información, y esta tecnología se está introduciendo a los motores de búsqueda web por lo que deben ser evaluadas (Sallam et al., 2023). Esta tecnología podría ser una fuente de información para desafiar las conspiraciones sobre la vacuna COVID-19 pero no se debe utilizar como alternativa a las fuentes confiables originales (Sallam et al., 2023).

Los temas básicos en el cuadrante abajo y a la derecha, que son significativos y transversales, abarca el clúster *COVID-19* (grupo rosa) así como el grupo *pandemic* (grupo verde).

El clúster rosa, el más grande, llamado *COVID-19* contiene las palabras clave: *Artificial Intelligence, Big data, deep learning and infectious disease*. Este clúster aborda investigaciones relacionadas con el COVID-19 y el posible impacto de la IA. El aumento de la difusión de noticias falsas durante la pandemia de COVID-19 debido a la baja concienciación, conocimiento y alfabetización en salud y la baja confianza hacia el gobierno, se podría corregir con técnicas de aprendizaje automático que detecten noticias falsas o temas de comportamiento antisocial

relacionados con vacunas o tratamientos y prevención (Balakrishnan et al., 2022). Además, algunos autores demostraron que el apoyo preventivo debe realizarse para la generación más joven, entre 10 y 19 años (Lyu et al., 2023). La nueva generación de tecnologías de la información, como el *Big Data* y la IA, han sido probadas como importante apoyo en la prevención, diagnóstico, tratamiento y manejo del COVID-19 pero existen desafíos con respecto a la vigilancia epidémica y el juicio oportuno (Dong et al., 2021). Algunas herramientas de IA, como ChatGPT, son testeadas para comprobar su eficacia frente a los pacientes reacios a las vacunas y efectivamente pueden ser una valiosa fuente de información para orientar a los pacientes con dudas sobre vacunas al no tener en cuenta las fuentes de información conspirativas (Torun et al., 2024). Es importante destacar un estudio realizado a un colectivo sanitario reticente de la vacuna COVID-19 revela que el 35% de los participantes citaron barreras (reacciones alérgicas y efectos secundarios), el 17% severidad y el 7% susceptibilidad para recibir la vacuna, lo cual puede provocar, a través de un efecto contagioso, reticencia generalizada a nivel poblacional (Omranian et al., 2024).

El clúster verde *pandemic*, aborda la importancia de la IA como tecnología decisiva para analizar, prevenir y luchar contra el COVID-19 y otras pandemias, y su capacidad incluso para predecir tratamientos adecuados para pacientes actuales y futuros (Vaishya et al., 2020). Según Vaishya et al. (2020) la IA puede mejorar la capacitación de los estudiantes y médicos y ser una medida preventiva de comunicación eficaz.

El cuadrante de **temas nicho** comprende temas menos relevantes, pero bien desarrollados y que pueden llegar a marcar las próximas tendencias, como el grupo marrón que investiga sobre *vaccination*. El clúster naranja *Surveillance* aborda la investigación sobre la monitorización y vigilancia.

El clúster marrón, *vaccination*, analiza el rol preventivo de los colegios para evitar las epidemias, y su importancia en la estrategia de prevención de la información, y sus impactos positivos en la salud, el desarrollo y bienestar de los niños (Murewanhema et al., 2021). Además, en ese

mismo clúster se demuestra que es necesario dar prioridad a la vacunación a personas con alta intensidad de contacto ya que una vacunación masiva puede controlar eficazmente un epidemia pero no eliminarla por completo (Luo et al., 2021).

Surveillance (vigilancia) es el grupo que investiga la IA como herramienta potencial para contener la pandemia del COVID-19. La IA permite realizar una detección temprana, una supervisión del tratamiento, la proyección de casos y morbilidad, el rastreo de contactos, el desarrollo de medicamentos y vacunas, la reducción de carga de trabajo y la prevención de enfermedades entre otros elementos, pero una de las principales limitaciones es la escasez de fuentes de información confiables y libres de ruido para realizar una vigilancia de calidad (Bhonsale et al., 2022). Para realizar esa vigilancia, existen tecnologías emergentes como la geoespacial, la IA, macrodatos, telemedicina, el 5G, el Internet de las cosas médicas (IoMT), la robótica, entre otras, que van a permitir la detección, el seguimiento y el diagnóstico y también la vigilancia, el mapeo y lo más importante la creación de conciencia, que puede ser vital en la estrategias de prevención de la desinformación, pero existe una gran necesidad de que surja un modelo computacionalmente inteligente robusto (Mbunge et al., 2021). Esto es igualmente válido para la prevención de enfermedades de transmisiones sexuales, cuya vacunación contra el virus del papiloma humano (VHP), es esencial. Proponer una solución de salud digital que utilice una biblioteca digital de salud personal que recopile, integre y gestione los datos personalizados y aporte información sexual y de salud basada en IA podría facilitar la promoción de la salud de precisión informando y mejorando la toma de decisiones de salud respecto a las vacunas. Además, este tipo de solución podría detectar dudas, disparidades y barreras percibidas sobre las vacunas para abordar las necesidades y desafíos específicos de los participantes en materia de alfabetización sanitaria, habilidades técnicas, influencia de los pares, educación, idioma y creencias culturales y espirituales (Olusanya et al., 2021).

Los temas emergentes o en declive, con menor centralidad y densidad, presentan el clúster morado *Social media*, que puede pasar a ser un tema central en los próximos años. En este grupo, se investiga sobre los mensajes compartidos por personas influyentes en los medios sociales y la dirección general del discurso público sobre los sentimientos relacionados con los impactos de la pandemia de COVID-19 (White et al., 2023). Efectivamente, estudios empíricos sugieren que existen patrones consistentes de contenido emocional por los mensajes compartidos en las redes sociales por personas influyentes con un alto impacto en la opinión pública. Esto es importante teniendo en cuenta que el sentimiento compartido en las redes sociales juega un papel en la prevención, el control y la contención de enfermedades (White et al., 2023). El uso de las redes sociales en las comunicaciones sobre prevención en el cáncer también está creciendo con la concienciación sobre las pruebas de detección, sin embargo, se demostró que no mejoraron los comportamientos de detección en determinados niveles socioeconómicos (Qin et al., 2021).

5. DISCUSIÓN

La revisión de la literatura revela un consenso emergente sobre el potencial de la IA para detectar patrones de desinformación de manera eficiente, lo que permite respuestas más ágiles y dirigidas por parte de las autoridades sanitarias y organizaciones.

Sin embargo, la discusión también destaca preocupaciones éticas relacionadas con la privacidad, el consentimiento, y el riesgo de amplificar inadvertidamente mensajes erróneos a través de mecanismos de IA mal calibrados.

La promoción de la salud centrada en mejorar tanto la adquisición de conocimientos como las conductas de búsqueda de información, promover prácticas seguras podría ser eficaz para prevenir determinadas enfermedades a través de las vacunas (Olusanya et al., 2021). Con un enfoque más innovador y específico, se podría transmitir mensajes con precisión a poblaciones de difícil acceso y mejorar comportamientos de detección específicos (Qin et al., 2021).

Esto puede ser posible a través de la IA. Está demostrado que existe un sesgo hostil hacia las noticias que aparecen en los medios de comunicación que proceden de los medios. Ese sesgo mediático es menos hostil cuando la noticia tiene como fuente la IA mostrando una incongruencia de la fuente (Craig & Choi, 2024). Por lo tanto, la IA tiene el potencial de reducir el sesgo hostil de los medios al activar la heurística de la máquina, que no deja de ser un atajo mental que supone que las máquinas son más imparciales, sistemáticas y precisas que los humanos (Cloudy et al., 2023).

Sin embargo, se requiere más investigación para abordar la privacidad, la confianza, la transparencia y la interoperabilidad para aprovechar el potencial de los datos almacenados en múltiples almacenes y sistemas (Li et al., 2021). Debido a la baja concienciación, conocimiento y alfabetización en salud y la baja confianza hacia el gobierno, se podría corregir con técnicas de aprendizaje automático que detecten noticias falsas o temas de comportamiento antisocial relacionados con vacunas o tratamientos y prevención (Balakrishnan et al., 2022).

Para realizar esa vigilancia, existen tecnologías emergentes como la IA que van a permitir la detección y el diagnóstico, pero también la vigilancia, el mapeo, seguimiento y lo más importante la creación de conciencia, que puede ser de gran eficacia en las estrategias de prevención de la desinformación. Pero es importante para ello que surja un modelo computacionalmente inteligente robusto (Mbunge et al., 2021). También, se propone una solución de salud digital usando una biblioteca digital de salud personal que recopile, integre y gestione los datos personalizados y aporte información de salud basada en IA que podría facilitar la promoción de la salud de precisión informando y mejorando la toma de decisiones de salud respecto a las vacunas.

La síntesis de la literatura indica varias tendencias clave en el debate académico:

1. **Eficacia:** Las herramientas de IA demuestran una capacidad significativa para clasificar y filtrar información, contribuyendo a estrategias de comunicación más precisas y personalizadas.
2. **Desafíos Éticos:** Existe una discusión activa sobre cómo equilibrar la efectividad de la IA con la necesidad de proteger los derechos individuales y evitar el sesgo algorítmico.
3. **Participación Pública:** La implicación activa del público en el desarrollo de soluciones basadas en IA se señala como un factor crítico para su aceptación y eficacia.
4. **Transparencia y Responsabilidad:** La literatura resalta la importancia de la transparencia en el uso de la IA, así como la necesidad de mecanismos de responsabilidad claros.
5. **Integración Multidisciplinaria:** Se sugiere la combinación de la IA con conocimientos de las ciencias sociales y la comunicación para desarrollar intervenciones más comprensivas y efectivas.

6. CONCLUSIONES

El uso de la IA en la lucha contra la desinformación sobre vacunas ofrece oportunidades significativas para mejorar la salud pública. No obstante, para maximizar su potencial, es imperativo abordar los desafíos éticos y promover una mayor colaboración entre tecnólogos, comunicadores de salud, y el público. La integración de enfoques multidisciplinarios será fundamental para desarrollar estrategias de comunicación inclusivas y respetuosas con los derechos individuales.

Los sistemas basados en la Inteligencia Artificial (IA) se emplean hoy en día de forma generalizada para tomar decisiones con repercusiones de gran alcance sobre las personas y la sociedad. Sus decisiones pueden afectar a todo el mundo, en cualquier lugar y en cualquier momento, lo que plantea problemas de derechos humanos (Ntoutsis et al., 2020).

Limitaciones y Alcance Futuro de la Investigación

Las principales limitaciones de este estudio provienen de la naturaleza descriptiva, exploratoria y dinámica del análisis bibliométrico. El enfoque en la literatura científica excluye fuentes potencialmente valiosas como protocolos, libros o revistas comerciales. El criterio de inclusión, restringiendo los estudios a aquellos con las palabras clave "Artificial Intelligence", "Vaccin*", "Prevention" e "inform*" en todos los campos, podría pasar por alto trabajos relevantes sobre el tema o de actualidad muy reciente. La especificidad de utilizar el WoS como base para el análisis bibliométrico también puede limitar el alcance.

A pesar de estas limitaciones, el estudio ofrece información valiosa para los investigadores en el campo y actores clave de la IA y su relación con la desinformación sobre vacunas. Las sugerencias para futuros trabajos implican abordar estas limitaciones y explorar las agendas de investigación propuestas en este estudio.

7. REFERENCIAS

- Aparisi, R., Garcia-Marin, D., & Rincon-Manzano, L. (2019). Noticias falsas, bulos y trending topics. Anatomía y estrategias de la desinformación en el conflicto catalán. *Postverdad y Desinformación*, 28(3).
doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2019.may.13>
- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
<https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Baier-Fuentes, H., Hormiga, E., Miravittles, P. & Blanco-Mesa, F. (2019). International entrepreneurship: A critical review of the research field. *European Journal of International Management*, 13(3), 381–412.
<https://doi.org/10.1504/EJIM.2019.099427>
- Balakrishnan, V., Ng, W. Z., Soo, M. C., Han, G. J. & Lee, C. J. (2022). Infodemic and fake news – A comprehensive overview of its global magnitude during the COVID-19 pandemic in 2021: A scoping review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 78(December 2021), 103144.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103144>

- Barocas, S. & Selbst, A. D. (2016). Big Data's Disparate Impact. *California Law Review*, 104(671), 671–732.
- Bentzen, N. (2018). Computational propaganda techniques. *European Parliamentary Research Service*, 9. Obtenido de [eu/regData/etudes/ATAG/2018/628284/EPRS_ATA \(2018\) 628284_EN. pdf](http://eu/regData/etudes/ATAG/2018/628284/EPRS_ATA (2018) 628284_EN. pdf)
- Bhonsale, A., Ahirwar, A. K., Kaim, K. & Kumari Jha, P. (2022). COVID-19 pandemic and potential of artificial intelligence. *Hormone Molecular Biology and Clinical Investigation*, 43(1), 81–84. <https://doi.org/10.1515/hmbci-2021-0041>
- Binns, R. (2018). Fairness in Machine Learning: Lessons from Political Philosophy. *Proceedings of Machine Learning Research*, 81(2016), 149–159.
- Cáncer, A. E. (2006). Guía de estilo. Salud y Medios de Comunicación. . Madrid: AECC.
- Cloudy, J., Banks, J. & Bowman, N. D. (2023). The Str(AI)ght Scoop: Artificial Intelligence Cues Reduce Perceptions of Hostile Media Bias. *Digital Journalism*, 11(9), 1577–1596. <https://doi.org/10.1080/21670811.2021.1969974>
- Craig, M. J. A. & Choi, M. (2024). The role of affective and cognitive involvement in the mitigating effects of AI source cues on hostile media bias. *Telematics and Informatics*, 88(January), 102097. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2024.102097>
- Curioso, W. (2011). Redes Sociales en Internet: Implicancias para estudiantes y profesionales de la salud. *Revista Médica Herediana*, 22(3), 95-97.
- De Coninck, D., Frissen, T., Matthijs, K., d'Haenens, L., Lits, G., Champagne-Poirier, O., Carignan, M. E., David, M. D., Pignard-Cheynel, N., Salerno, S. & Génereux, M. (2021). Beliefs in Conspiracy Theories and Misinformation About COVID-19: Comparative Perspectives on the Role of Anxiety, Depression and Exposure to and Trust in Information Sources. *Frontiers in Psychology*, 12(April), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.646394>
- Deiner, M., Fathy, C., Kim, J., Niemeyer, K., Ramirez, D., Ackley, S., & Porco, T. (2017). Facebook and Twitter vaccine sentiment in response to measles outbreaks. *Health Informatics Journal*, 25, 1116-1132. [doi:https://doi.org/10.1177/2056305117743141](https://doi.org/10.1177/2056305117743141)

- Dong, J., Wu, H., Zhou, D., Li, K., Zhang, Y., Ji, H., Tong, Z., Lou, S. & Liu, Z. (2021). Application of Big Data and Artificial Intelligence in COVID-19 Prevention, Diagnosis, Treatment and Management Decisions in China. *Journal of Medical Systems*, 45(9), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01757-0>
- Gaviria-Marín, M. (2021). Bibliometrics and business. A challenge for researchers. *Inquietud Empresarial*, 21(1), I–III. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/inquietud_empresarial/article/view/12931
- Hall, W. & Pesenti, J. (2017). Growing the Artificial Intelligence Industry in the Uk.
- Ireron, C., & Posetti, J. (2018). Journalism, "fake news" and disinformation: Handbook for journalism education and training. UNESCO. Obtenido de <https://bit.ly/3mGXoZd>
- Leavy, S. (2018). Gender bias in artificial intelligence: The need for diversity and gender theory in machine learning. *Proceedings - International Conference on Software Engineering*, 14–16. <https://doi.org/10.1145/3195570.3195580>
- Li, L., Novillo-Ortiz, D., Azzopardi-Muscat, N. & Kostkova, P. (2021). Digital Data Sources and Their Impact on People's Health: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Frontiers in Public Health*, 9(May), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.645260>
- Luo, T., Cao, Z., Zhao, P., Zeng, D. D. & Zhang, Q. (2021). Evaluating the Impact of Vaccination on COVID-19 Pandemic Used a Hierarchical Weighted Contact Network Model. *Proceedings - 2021 IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics, ISI 2021*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISI53945.2021.9624841>
- Lyu, S., Adegboye, O., Adhinugraha, K., Emeto, T. I. & Taniar, D. (2023). COVID-19 Prevention Strategies for Victoria Students within Educational Facilities: An AI-Based Modelling Study. *Healthcare (Switzerland)*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/healthcare11060860>
- Mbunge, E., Akinnuwesi, B., Fashoto, S. G., Metfula, A. S. & Mashwama, P. (2021). A critical review of emerging technologies for tackling COVID-19 pandemic. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3(1), 25–39. <https://doi.org/10.1002/hbe2.237>
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K. & Galstyan, A. (2021). A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning. *ACM Computing Surveys*, 54(6). <https://doi.org/10.1145/3457607>

- Murewanhema, G., Mukwenha, S., Dzinamarira, T., Mukandavire, Z., Cuadros, D., Madziva, R., Chingombe, I., Mapingure, M., Herrera, H. & Musuka, G. (2021). Optimising covid-19 vaccination policy to mitigate sars-cov-2 transmission within schools in Zimbabwe. *Vaccines*, 9(12), 1–10. <https://doi.org/10.3390/vaccines9121481>
- Ntoutsis, E., Fafalios, P., Gadiraju, U., Iosifidis, V., Nejdil, W., Vidal, M. E., Ruggieri, S., Turini, F., Papadopoulos, S., Krasanakis, E., Kompatsiaris, I., Kinder-Kurlanda, K., Wagner, C., Karimi, F., Fernandez, M., Alani, H., Berendt, B., Kruegel, T., Heinze, C., ... Staab, S. (2020). Bias in data-driven artificial intelligence systems—An introductory survey. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 10(3), 1–14. <https://doi.org/10.1002/widm.1356>
- Olusanya, O. A., Ammar, N., Davis, R. L., Bednarczyk, R. A. & Shaban-Nejad, A. (2021). A Digital Personal Health Library for Enabling Precision Health Promotion to Prevent Human Papilloma Virus-Associated Cancers. *Frontiers in Digital Health*, 3(July), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.683161>
- Omranian, S., Khoddam, A., Campos-Castillo, C., Fouladvand, S., McRoy, S. & Rich-Edwards, J. (2024). Leveraging Artificial Intelligence to Predict Health Belief Model and COVID-19 Vaccine Uptake Using Survey Text from US Nurses. *Behavioral Sciences*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/bs14030217>
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Podsakoff, N. P. & Bachrach, D. G. (2008). Scholarly influence in the field of management: A bibliometric analysis of the determinants of University and author impact in the management literature in the past quarter century. In *Journal of Management* (Vol. 34, Issue 4). <https://doi.org/10.1177/0149206308319533>
- Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation*, 35, 348–349.
- Qin, L., Zhang, X., Wu, A., Miser, J. S., Liu, Y. L., Hsu, J. C., Shia, B. C. & Ye, L. (2021). Association between social media use and cancer screening awareness and behavior for people without a cancer diagnosis: Matched cohort study. *Journal of Medical Internet Research*, 23(8). <https://doi.org/10.2196/26395>
- Rao A, Verweij G, C. E. (2017). Sizing the prize: what's the real value of AI for your business and how can you capitalise? *Water and Wastes Digest*, 56(9), 14–18.

- Rodriguez, M., Huerta, P., Valencia, C., Montana, E., & Ortega, Y. (2023). Innovación educativa con redes sociales aplicada a la asignatura de salud pública. *Educación Médica*, 24(3).
doi:<https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100798>
- Sallam, M., Salim, N. A., Al-Tammemi, A. B., Barakat, M., Fayyad, D., Hallit, S., Harapan, H., Hallit, R. & Mahafzah, A. (2023). ChatGPT Output Regarding Compulsory Vaccination and COVID-19 Vaccine Conspiracy: A Descriptive Study at the Outset of a Paradigm Shift in Online Search for Information. *Cureus*, 3(2), 1–16. <https://doi.org/10.7759/cureus.35029>
- Santus, E., Marino, N., Cirillo, D., Chersoni, E., Montagud, A., Chadha, A. S., Valencia, A., Hughes, K. & Lindvall, C. (2021). Artificial intelligence-aided precision medicine for COVID-19: Strategic areas of research and development. *Journal of Medical Internet Research*, 23(3), 1–12.
<https://doi.org/10.2196/22453>
- Shahid, O., Nasajpour, M., Pouriyeh, S., Parizi, R. M., Han, M., Valero, M., Li, F., Aledhari, M. & Sheng, Q. Z. (2021). Machine learning research towards combating COVID-19: Virus detection, spread prevention, and medical assistance. *Journal of Biomedical Informatics*, 117(January), 103751.
<https://doi.org/10.1016/j.jbi.2021.103751>
- Shahsavari, S., Holur, P., Wang, T., Tangherlini, T. R. & Roychowdhury, V. (2020). Conspiracy in the time of corona: automatic detection of emerging COVID-19 conspiracy theories in social media and the news. In *Journal of Computational Social Science* (Vol. 3, Issue 2).
<https://doi.org/10.1007/s42001-020-00086-5>
- Sreepadmanabh, M., Sahu, A. K. & Chande, A. (2020). COVID-19: Advances in diagnostic tools, treatment strategies, and vaccine development. *Journal of Biosciences*, 45(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s12038-020-00114-6>
- Torun, C., Sarmis, A. & Oguz, A. (2024). Is ChatGPT an Accurate and Reliable Source of Information for Patients with Vaccine and Statin Hesitancy? *Medeniyet Medical Journal*, 39(1), 1–7.
<https://doi.org/10.4274/MMJ.galenos.2024.03154>
- Vacunología, A. E. (2018). *La desinformación sobre cuestiones de salud en las redes sociales es un problema de salud pública*. Recuperado el abril de 2023, de <https://www.vacunas.org/la-desinformacion-en-salud-en-las-redes-sociales-es-un-problema-de-salud-publica/6>.
- Vaishya, R., Javaid, M., Haleem, I. & Haleem, A. (2020). *AI applications for Covid-19 pandemic*. January.

- Vasoughi, S., Ray, D., & S, A. (2018). The spread of true and false news online. *Science*, 359(6380), 1146-1151.
- White, B. M., Melton, C., Zareie, P., Davis, R. L., Bednarczyk, R. A. & Shaban-Nejad, A. (2023). Exploring celebrity influence on public attitude towards the COVID-19 pandemic: Social media shared sentiment analysis. *BMJ Health and Care Informatics*, 30(1), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjhci-2022-100665>
- Zucker, J., Rosen, J., Iwamoto, M., Arciuolo, R., Langdon-Embry, M., Vora, N., . . . Barbot, O. (2020). Consequences of Undervaccination—Measles Outbreak, New York City, 2018–2019. *The New England Journal of Medicine*, 382, 1009-1017. doi:<https://doi.org/10.1056/NEJMoal912514>
- Zupic, I. & Čater, T. (2015). Bibliometric Methods in Management and Organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

LA IMAGEN DIGITAL POTENCIADA POR LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LOS *INFLUENCERS* VIRTUALES

MÓNICA PÉREZ-SÁNCHEZ
Universidad de Guanajuato (México)

JAVIER CASANOVES-BOIX
Universitat de València (España)

AMAURY EMMANUEL ORTIZ-GONZÁLEZ
Universidad de Guanajuato (España)

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) ha estado modificando todas las formas de hacer en la vida del ser humano: las imágenes digitales también están siendo transformadas de una forma vertiginosa, hasta llegar a imágenes hiperrealistas que provocan diversas referencias en la percepción humana. Fontcuberta (1997, p.79) afirma que “el hiperrealismo fotográfico nos hace ver más que a simple vista”. Esto podría confundir al ser humano, al no distinguir lo real de lo irreal, al respecto se observa la afirmación de Renobell (2005), quien señala que la estrategia ha sido transformar seres humanos en cosas, y cosas en seres humanos.

En las imágenes digitales participa un ente digital, el *influencer* virtual, un personaje ficticio generado por IA en combinación con otras tecnologías y técnicas, que a su vez son potenciadas a la misma velocidad con la que evoluciona la IA, por lo que los *influencers* virtuales se perfeccionan día a día y dan lugar a nuevas creaciones, abriendo paso a una gran cantidad de posibilidades en la industria del marketing, pues como indican Jhawar *et al.*, (2023), los *influencers* virtuales pueden potenciar el

conocimiento de la marca y las actividades de promoción en cualquier sector, como la moda, los electrónicos, el turismo o los cuidados de la salud, entre otros.

Este estudio exploratorio pretende (1) reconocer como la IA ha potenciado la creación y perfección de la imagen digital de *influencers* virtuales que participan en el marketing de *influencers*, (2) observar si son percibidos como entes reales o irreales por los internautas humanos. Y, con ello, (3) se concluye con una visión general de las implicaciones de la existencia y popularidad de los *influencers* virtuales y su potenciación a partir de la democratización de la IA, presentando además propuestas para investigaciones futuras.

1.1. LA IMAGEN DIGITAL Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La imagen, según Renobell (2005, p. 2), es la “visualización compleja de una serie de procesos, elementos y mecanismos que se interrelacionan entre sí”, que es ahora omnipresente (p.1). Este contexto no es nuevo, ya que Buxó (1999) expresó que “el mundo ha entrado en una hipervisualidad que sucede en un uso óptico visual masivo de medios audiovisuales”, donde las nuevas tecnologías podrían, como afirma Sousa (2003, 259) “destruir de una vez por todas la creencia de que una imagen fotográfica es el reflejo natural de la realidad” (*apud* Renobell, 2005, p.1 y 4).

De acuerdo con Solomon y Breckon (2011, p. 1), una imagen digital puede considerarse como “una representación discreta de datos que posee tanto información espacial (diseño) como de intensidad (color)”. Mientras que Gómez (2017) afirma que la imagen digital es la representación bidimensional de una imagen empleando *bits*, unidad mínima de información compuesta por dígitos binarios (1 y 0) regulados por sistemas informáticos y cualquier dispositivo de tipo digital.

Para comprender la imagen digital actual es necesario observar el entretendido de las diversas historias tecnológicas. La imagen digital, según Gómez (2017), tiene su origen en dos vertientes paralelas, la historia de la

informática y la historia de la fotografía analógica, que pasó a la simulación 3D, a lo que conviene sumar la historia de los medios tecnológicos tradicionales de la imagen a los digitales.

Tal como lo explica Gómez (2017), las primeras representaciones de la imagen digital de síntesis dieron lugar a representaciones esquemáticas y abstractas. Las diversas líneas de desarrollo, con propias lógicas que finalmente se cruzan al intentar explicar la imagen digital, junto con la evolución de los medios digitales, se ha dado paso a distintas sucesiones más estéticas, cuya perfección resulta en imágenes hiperrealistas. Además, cabe destacar que la imagen digital abarca diversas formas y manifestaciones de las imágenes reproducidas con medios digitales.

Comúnmente, para crear las imágenes digitales de síntesis, situadas en el panorama de la simulación digital, se utiliza *software*, y sin necesidad de un referente real, se pueden producir a través de algoritmos (Gómez, 2017). Así, la IA impacta en los ecosistemas digitales. A este respecto es posible dibujar guiando la máquina o a través de programas de renderización 2D y 3D ya que, como explican Solomon y Breckon (2011), se introducen datos matemáticos en el ordenador para describir, modelar y almacenar las imágenes solicitadas que luego pueden manipularse de diferentes maneras.

Lo anterior se debe a que la imagen digital está compuesta por una cuadrícula bidimensional (2D) de píxeles, que determinan por su tamaño y cantidad la resolución espacial y la cuantificación de color de la imagen (Solomon y Breckon, 2011). Cabe destacar que los modelos 3D contienen atributos equivalentes a los objetos de la realidad, permiten definir propiedades físicas implícitas a su forma y definir un sistema de referencias, como si se trazaran sobre un plano cartesiano. Además, son el camino hacia la inteligencia artificial general (por sus siglas en inglés AGI).

AGI es una representación teórica de una IA completa que soluciona tareas complejas con habilidades cognitivas humanas generalizadas (Plummer y Karamouzis, 2023). Tal como lo indican algunos científicos, AGI es un programa de computación hipotético que posee

comprensión humana y capacidades cognitivas. Plummer y Karamouzis (2023) señalan que la IA es una disciplina de las ciencias computacionales que implica *software* para resolver tareas nuevas y difíciles casi como lo haría un ser humano, mientras que AGI es un sistema que soluciona diversos problemas en diversos campos de estudios, como lo haría un ser humano, pero sin intervención manual.

Técnicas utilizadas en la generación de imágenes son las redes generativas adversarias (por sus siglas en inglés GANs), aprendizaje profundo y otras metodologías se suman a la tecnología de punta entre las que destacan *computer generates imagery technology* (CGI), *machine learning* (ML) o *self-supervision, natural lenguaje*, entre otros, que al mismo tiempo han sido acelerados por la IA (Sands *et al.*, 2022), en un proceso que, según Cambell *et al.*, (2021) llaman “publicidad sintética”.

Así pues, la suma de diversas tecnologías ha permitido crear entes digitales con una apariencia realista, en los que se fortalecen rasgos que hacen que verdaderamente parezca humano, tales como: la cara, la expresión facial, el movimiento corporal, los colores, la ropa y el ambiente (Sands *et al.*, 2022). Algunos de los entes digitales más famosos son los *influencers* virtuales, creados por seres humanos integrados en agencias creativas. Estas agencias diseñan la apariencia y el comportamiento del *influencer* a semejanza del ser humano (Sands *et al.*, 2022).

1.2. INFLUENCER VIRTUAL

El *influencer* es una figura bien conocida y estudiada en la literatura científica. El concepto ha sido definido por diversos autores, tales como Curriel y Ortiz (2018), quien expone que “los *influencers* son personas con una reputación digital reconocida que publica contenido en sus redes sociales para ser leídas por miles de personas, líderes que promueven consumo para un grupo de seguidores” (p.259). Y, Castillo *et al.*, (2022) afirman que el *influencer* es un individuo con una gran cantidad de seguidores, capaz de lograr la atención y mantener cautivo y enganchado en sus comunicados a un grupo de personas.

Influencer que, según Marwick (2015), es potenciado por las redes sociales digitales, las cuales le permiten producir contenido e interactuar con personas de diversas audiencias. Así, los *influencers* son prescriptores de marca, básicamente porque, según Fernández (2017), han ganado su credibilidad respecto a cierto tema gracias a su presencia e influencia en las redes sociales.

En la última década se han unido a este cometido los *influencers* virtuales. El *influencer* virtual es un tipo distinto, pero con las mismas intenciones que los *influencers* humanos, es decir, pretenden igualmente captar la atención, provocar interacciones y aumentar la cantidad de seguidores, para luego promover productos y servicios que puedan proveerles de compensaciones económicas de otra índole (Hearn y Shoenhoff, 2016). Así pues, Sands *et al.*, (2022) lo definen como una entidad, humana o no, controlada por IA y presentada visualmente como un ser interactivo en tiempo real y en un entorno digital.

Se debe destacar, además, que los *influencers* virtuales superan las limitaciones humanas, al no cansarse, no quejarse, no ir a huelga ni cometer infracciones en su día a día. Es decir, pueden evitarse los riesgos asociados a la transgresión o daño de la reputación (Sands *et al.*, 2022). Debido a la cantidad de los *influencers* digitales, su existencia es ya fenómeno dentro de las comunidades sociales digitales, sobrepasando el millar, y el número parece multiplicarse con la aparición de la IA (diarioia.com, 2023). Este fenómeno supone nuevos desafíos para el ser humano, pues tal como lo señalan Wong *et al.*, (2017), existe dificultad al intentar distinguir los elementos reales de los ficticios en el ecosistema digital.

1.2.1. *Influencers* virtuales más populares

Recientemente, los *influencers* virtuales han llegado al dominio del marketing de *influencers*, y su presencia en las redes sociales digitales va en aumento (Sands *et al.*, 2022). Y pese a que han traído consigo posturas inherentes falsas y son manipulados artificialmente, tal como afirman Sands *et al.*, (2022), han logrado revolucionar e incluso perfeccionar la forma de prescribir marcas.

El año 2016 surgió Lil Miquela, y con su gran popularidad abrió paso a los siguientes *influencers* virtuales. Independientemente de que provengan de la misma agencia creativa o de otra, lo que más destaca es su parecido intencionado a los seres humanos. Cada uno de los *influencers* virtuales trata de actuar, hablar y, gracias a su imagen y contenido general compartido pretenden, según Allal *et al.*, (2024) emulan tener sentimientos.

La perfección del ente virtual ha dado lugar a que diversos *influencers* virtuales emulen tener una vida real y, por tanto, interactuar con ellos parece “natural” (Arsenyan y Mirowska, 2021). Varios de los *influencers* virtuales parecidos al ser humano han destacado en los *rankings* de popularidad como BiliateHQ (2023) o AJmarketing (2023), entre otros. La lista publicada por BiliateHQ (2023) permite que ese tipo de *influencers*, a través de la Tabla 1, sea distinguido para este trabajo.

TABLA 1. Los *Influencers* virtuales más populares

Influencer virtual	Cantidad de seguidores
@lilmiquela **	2.8 M
@guggimon	1.4 M
@noonoouri *	405 K
@imma.gram **	398 K
@Leya_Love **	345 K
@bermudaisbae **	244 K
@shudu.gram **	239 K
@kyraonig **	254 K
@rozy.gram **	154 K
@here.me.lucy **	145 K
@blawko22 **	132 K

Fuente: Adaptación a partir de BiliateHQ (2023) y AJmarketing (2023)

La lista enuncia los *influencers* virtuales parecidos al ser humano más importantes, todos ellos superando los 10 mil seguidores y manteniéndose en los primeros lugares de popularidad en los últimos años. En la lista se destaca el mayor parecido al ser humano a través de **, cuando es menor el parecido *, como el caso de @noonoouri. Y cuando el ente

digital no pretende ser físicamente un ser humano, pero sí con su comportamiento como es el caso de @guggimon, no tiene ningún signo.

Junto a ello, la Figura 1 muestra esta apariencia humana señalada en los *influencers* virtuales, la cual es acompañada por comportamientos y expresiones también humanas.

FIGURA 1. *Influencers virtuales que parecen y se comportan como humanos*



Fuente: AJMarketing.io Obtenido de <https://bit.ly/3xFRtw4>

Estos entes digitales logran un alto parecido, al ser humanos, a través de la imagen digital publicada, misma que promueve discursos y expresiones que realizaría sólo un ser humano, lo cual convence a los internautas humanos, o en el peor de los casos lo llega a confundir.

1.3. IMPACTO DE LA IA EN LA DEMOCRACIA DE LA IMAGEN DIGITAL

La aceptación de los *influencers* virtuales, según Sands *et al.* (2021), aumentó entre los cibernautas humanos en contraste con las interacciones sucedidas a través de servicios virtuales y *chatbots*, interacciones que no gustan tanto y que las personas evitan. En caso contrario, el aumento de la familiaridad del *influencer* virtual, tal como lo indican Sands *et al.* (2021), fue acelerado por y con el comercio electrónico. Además, la pandemia COVID-19 dio lugar a mayor cantidad de canales digitales de

comunicación, que con el paso del tiempo lograron actuar de forma congruente y uniforme, dando lugar a una multicanalidad más formal y estandarizada a favor de las marcas.

Al inicio de esta década, para crear con éxito un *influencer* virtual se requerían conocimientos técnicos y habilidades estratégicas, tales como: (1) la animación, (2) el modelado 3D, (3) la edición de video, (4) el diseño web y (5) marketing digital. Pero en noviembre de 2022 OpenAI lanzó al mercado un producto tecnológico que impactó positiva y globalmente en el quehacer en todas las áreas del conocimiento del ser humano. Inició así la accesibilidad a la IA y la disposición a su utilización a nivel mundial. Serrano *et al.* (2023) destacan el 2022 por ser el año de la expansión (o democratización) de algunas herramientas ya conocidas de IA generativa.

La accesibilidad a la IA ha promovido la creatividad relacionada con la creación de *influencers* virtuales, destacando aplicaciones populares para lograrlo como Perfect Corp, Civit.AI, Vidnoz AI, Musavir.AI o Moodboard, entre otras. La IA facilita no sólo la creación y distribución de contenido, sino que incluye imágenes, texto y automatización de interacciones relacionadas a cada publicación (diarioia.com, 2023).

La democratización de la IA significa que cualquier persona con acceso a Internet tiene las guías y tutorías disponibles en línea, requiriendo mínimo conocimiento de programación o tareas matemáticas. Por ejemplo, Python, Github, Checkpoints o Interfaz de usuario (IU) están ajustadas con diversas inteligencias artificiales para ir modelando el ente digital hasta lograr una imagen hiperrealista (diarioia.com, 2023). Ese *influencer* virtual creado por cualquier individuo, tal vez no vinculado a una marca directamente, puede promover ideas, valores y estilos de vida, lo que tiene un efecto importante en el marketing (Jhawar *et al.*, 2023).

El parecido del *influencer* virtual y su obvia postura “humana” reta a los cibernautas humanos a distinguir y emitir juicios constantes de aceptación o rechazo del fenómeno de los *influencers* virtuales, en las llamadas “interacciones parasociales” por Jhawar *et al.* (2023).

La Figura 2 muestra una *influencer* creada por un público no correspondiente a una agencia creativa experta en ingeniería y/o tecnología, sino a una agencia de modelos que utilizó una combinación de herramientas y plataforma digitales, y potenció su creación con inteligencia artificial. Es el caso de Aitana, una *influencer* virtual que pretende ser una modelo española. Desde su aparición, según la publicación de diarioia.com (2023) se hizo viral debido a la sensación causada en las redes sociales digitales.

FIGURA 2. Aitana, *influencer* virtual hecha con programación e Inteligencia Artificial



Fuente: Imagen de diarioia.com
Disponible en: <https://bit.ly/3VMHTQ0>

Se ha iniciado, por tanto, la democratización de la inteligencia artificial, aumentado con ello la aparición de *influencer* virtuales que buscan consolidar su nombre dentro del marketing de *influencers*. Se considera, por tanto, que la investigación del fenómeno debe continuar, pues sus efectos son vastos y no deben pasar desapercibidos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Explorar como la Inteligencia Artificial (IA) potencia y democratiza la imagen digital a través de los *influencers* virtuales e impacta en la percepción e interacción de los cibernautas humanos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las técnicas de IA más utilizadas en la creación de las nuevas propuestas de *influencer* virtual.
- Evaluar la percepción pública de los *influencers* virtuales a partir de las reacciones e interacciones.
- Identificar los beneficios y desafíos asociados con la democratización de la creación de contenido digital

Para abordar los objetivos planteados se eligió la observación de los representantes de dos grandes categorías de *influencers* virtuales, siendo: (1) los elaborados por agencias creativas tecnológicas y (2) los creados por agencias diversas o incluso personas no vinculadas directamente con alguna marca. Se describe a continuación cómo se ha realizado esta distinción, así como el tratamiento de sus datos.

3. METODOLOGÍA

El presente diseño exploratorio se apoyó con la técnica cualitativa “Netnografía” para analizar las imágenes digitales de los perfiles de los *influencers* virtuales más parecidos al ser humano en redes sociales. La netnografía, como lo explica Turpo (2008) es “un método cualitativo e interpretativo diseñado específicamente para investigar el comportamiento del consumidor en los ambientes de las comunidades y culturales que suceden en Internet” (p.82).

La red social Instagram fue la elegida para la realización de este estudio, ya que, según Manzaba (2019), Instagram da lugar y permite la conexión de varias audiencias a través de la creatividad mostrada en imágenes y contenido, lo cual le otorga uno de los lugares privilegiados con relación a sus altos niveles de popularidad a nivel mundial. A partir de ahí, se aplica el “Análisis de Social Media”, por sus siglas en inglés (SMA), que según Gutiérrez (2019) es “el proceso de obtener información de las conversaciones que suceden en formato digital, información que puede ser usada en procesos relacionados a la toma de decisión en diversos aspectos de la mercadotecnia” (p.12).

La muestra estuvo conformada por las imágenes digitales de las dos *influencers* virtuales más parecidos al ser humano que muestran en primer plano de la imagen del *influencer*. Esta muestra se dividió en dos grandes categorías, siendo: (1) los *influencers* virtuales más populares a nivel internacional creados por agencias creativas internacionales, y (2) aquellos menos populares que son expuestos por perfiles individuales de Instagram y, que quizá, fueron creados las mismas personas que crearon esas cuentas de perfil.

La recogida de datos se llevó a cabo los meses enero y febrero de 2024, comenzando con la selección de imágenes de *influencers* virtuales parecidos al ser humano, y luego considerando la cantidad de seguidores del perfil elegido, de cara a distinguir el nivel de popularidad del *influencer* virtual y profundizar en su indagación hasta obtener la información publicada sobre su origen.

Del perfil de Lil Miquela en Instagram, 1.336 publicaciones fueron observadas por medio de la plataforma Phantom Buster. De todas ellas, se eliminaron las imágenes que no mostraran principalmente al *influencer* virtual, es decir, se conservaron aquellas donde el *influencer* ocupa más de 50% de la pantalla. No se tomaron en cuenta los videos. Quedaron así 810 publicaciones. Del perfil de Aitana López en Instagram, 122 publicaciones fueron observadas, realizando la misma discriminación que con el anterior perfil, conservándose 112 publicaciones para este estudio.

Una vez elegidas las imágenes, se inició la fase automática de la netnografía a través de la plataforma Phantom buster, la cual, según Turpo (2008), extrae los datos de la red social Instagram y los arroja en una tabla extendida en columnas que recogen las siguientes métricas de interacción: (1) me gusta, (2) comentarios, (3) etiquetas o menciones de otros, (4) emojis, (5) *hashtags*, y (6) a partir del texto de los seres humanos, se recogen también las sensaciones y su comportamiento respecto a la imagen digital de los *influencers* virtuales.

Estos datos se extraen utilizando una interfaz de programación de aplicaciones, por sus siglas en inglés API, que según IBM (2024) se define como un conjunto de reglas o protocolos que permiten que las aplicaciones de software se comuniquen entre sí para intercambiar datos, características y funcionalidades.

El análisis de datos cualitativos recogido, llevado a cabo en marzo de 2024, se realizó a partir de la observación de la composición de las imágenes, seguido por la identificación de temáticas de imágenes, los temas o mensajes recurrentes a partir de la imagen del *influencer* virtual y las percepciones concretadas en las interacciones sucedidas de los cibernautas humanos a partir de la publicación del *influencer* virtual. Tiene lugar así la fase de interpretación humana, que como indica Turpo (2008) es llevada a cabo por el investigador.

4. RESULTADOS

Del perfil de Lil Miquela en Instagram se observaron 810 imágenes digitales que comúnmente centran a la *influencer*, o que su tamaño o enfoque abarca más del 50% de la composición de la imagen, con lo cual el resto destaca poco. Del perfil de Aitana López en Instagram se observaron 112 imágenes digitales que cumplieron con los mismos criterios.

La fecha de lanzamiento de Lil Miquela fue en 2016, mientras que el de Aitana López sucedió a finales de 2023. Estos datos permiten destacar en nivel de aceptación de los nuevos *influencers* virtuales, que compiten

fuertemente con los más antiguos, los cuales requirieron de la publicación de muchas imágenes digitales para lograr el número de seguidores e interacciones que ahora tienen.

FIGURA 3. *Influencers virtuales más populares en su categoría*



Fuente: Imágenes obtenidas de @fit_aitana y @lilmiquela

La Tabla 2 muestra los datos recogidos a partir de la intervención de los internautas humanos, de quienes se recogen las reacciones e interacciones sucedidas a partir de la publicación de la imagen digital de cada *influencer* virtual.

TABLA 2. *Comparación del influencer virtual antes y después de la democratización de la Inteligencia Artificial*

Influencer Virtual	Año de creación	Cantidad de publicaciones	Seguidores	Me gusta	Comentarios	Etiqueta	Emojis	Hash-tags
Lil Miquela	2016	1,136	2,5 M.	4,3 M.	204,892	551	2,6 M	478
Aitana	2023	122	322 mil	492 mil	17,480	26	72,659	2

Fuente: elaboración propia

La observación de las imágenes elegidas permite distinguir su composición: en primer plano se encuentra el *influencer* virtual, que comúnmente una “postura frente a la cámara” como si quisiera posar para el fotógrafo para para que éste capte la mejor fotografía.

Son posturas que tratan de no ser repetitivas en el perfil. Las temáticas esencialmente señalan momentos relajados u otros en los que el *influencer* comparte con otras personas. La composición de la imagen es variada, debido sobretodo a dos elementos, siendo: (1) ropa y accesorios, que otorgan estilo y personalidad al *influencer*; y (2) expresiones faciales, que parecen añadir actitud y una emoción distinta a cada imagen digital. Los mensajes visuales se relacionan a la ropa o los artículos con los que posan, pues uno de los objetivos como *influencers* pasa por promover artículos y maximizar el consumo.

Ambos perfiles observados, tanto el de Miquela como el de Aitiana, anuncian marcas, crean comunidad y comparten contenido, en ambos utilizando IA. La democratización de la IA ha despertado la curiosidad de muchas más personas, ya no sólo para observar las imágenes digitales de los *influencers* virtuales, sino también para participar en la creación de éstos. A este ritmo, las próximas generaciones interactuarán con una gran cantidad de entes virtuales que pretenden ser prescriptores de marca, pero es ahora cuando deben atenderse los desafíos.

Los desafíos asociados a la democratización de la creación de contenido digital, específicamente la imagen digital que destaca entes virtuales que se presenten como ser humano, radica en la no obviedad de la distinción del hecho, lo que indica la urgencia de establecer leyes y normativas que den claridad al ser humano. El ser humano tiene derecho a saber cuándo interactúa con una persona o con una IA.

5. DISCUSIÓN

Este trabajo se une a la línea de investigación del reconocimiento de la existencia del *influencer* virtual en los entornos sociales digitales, para

indagar a posteriori en los efectos positivos y negativos de su actuación como prescriptores, siempre partiendo de la percepción humana, como el trabajo de Jhawar *et al.* (2023). De acuerdo con Sands *et al.* (2022) los aspectos que muestran mayor desafío son: (1) la belleza no realista, (2) la falta de autenticidad, (3) la consideración ética y (4) la consideración de regulación.

Este trabajo se une a la intención de diversas iniciativas investigativas, como las de Sands *et al.* (2021), en la que observaron la creciente comodidad mostrada por los consumidores como las entidades virtuales, lo cual puede traer consigo beneficios para los profesionales en marketing. Asimismo, Sands *et al.* (2022) discuten sobre las oportunidades y desafíos que la existencia y el uso de *influencers* virtuales trae consigo, pretendiendo ayudar a los especialistas en marketing a comprender al campo emergente de los entes virtuales y desatacar los desafíos asociados para las marcas.

Finalmente, coincidimos con Da Silva y Chimenti (2021) en que el estudio de los *influencers* virtuales tiene diversas oportunidades de análisis, que puede manifestarse a través de diversos métodos, formas de aproximación, perspectivas e incluso en campos de conocimiento. En el caso del marketing es necesario seguir indagando respecto a los efectos de la presencia del *influencer* virtual en la vida y el consumo de los seres humanos.

6. CONCLUSIONES

La presencia de *influencers* virtuales está aumentando en redes sociales, siendo Instagram una de las favoritas para estar presentes y promover ideas a favor o en contra de algo. Las mejores prácticas para la creación de *influencers* virtuales deben promoverse, sobre todo de agencias creativas que ya tienen éxito en el tema a través de la personalización de diversos entes digitales, después de años de involucramiento e investigación.

A su vez, la IA ha democratizado la creación de personajes con imagen digital que caminan entre la sensación real e irreal. Cada vez se están

desplegando más *influencers* virtuales creados por agencias no creativas relacionadas a la tecnología, apareciendo además en redes sociales. Sin embargo, en estas ingeniosas creaciones se deben tener consideraciones éticas.

Las implicaciones de utilizar personajes generados a través de computadoras y la IA nos obligan, como humanidad, a establecer líneas de acción basadas en la legalidad, las cuales garanticen transparencia en los comunicados generados o intervenidos por IA y, de alguna forma, logren que se reconozca la autenticidad de lo creado.

7. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda brindada a la Universidad de Guanajuato, en México, por apoyar y financiar el proyecto relacionado con la observación de los *influencers* virtuales y registrado en la Convocatoria Institucional de Investigación Científica (CIIC).

8. REFERENCIAS

- Allal-Chérif, O., Puertas, R., & Carracedo, P. (2024). Intelligent influencer marketing: how AI-powered virtual influencers outperform human influencers. *Technological Forecasting and Social Change*, 200, 123113.
- Arsenyan J., y Mirowska A (2021). Almost human? A comparative case study on the social media presence of virtual influencers. *International Journal of Human-Computer Studies*. Volume 155, 102694, ISSN 1071-5819.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102694>.
- Buxó I Rey, M. J. (1998). Mirarse y agenciarse: espacios estéticos de la "performance" fotográfica. *Revista de dialectología y tradiciones populares*, 53(2), 175.
- Castillo-Abdul, B., Blanco-Herrero, D., & Muela-Molina, C. (2022). YouTubers and miracle diets: the dissemination of health content between 2020 and 2021. *Revista Latina de Comunicación Social*, (80), 475-494.
- Colin Campbell C., Sands S., Ferraro C., and Tsao H.Y, Mavrommatis A. (2020). From data to action: How marketers can leverage AI, *Business Horizons*, Volume 63, Issue 2. Pages 227-243, ISSN 0007-6813.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.12.002>.

- Curiel, C. P., & Ortiz, S. L. (2018). El marketing de influencia en moda. Estudio del nuevo modelo de consumo en Instagram de los millennials universitarios. *AdComunica*, 255-281. <https://doi.org/10.6035/2174-0992.2018.15.13>
- Da Silva-Oliveira, A. B., & Chimenti, P. (2021). " Humanized Robots": A Proposition of Categories to Understand Virtual Influencers. *Australasian Journal of Information Systems*, 25.
- diarioia.com (2023). Cómo crear una influencer digital con inteligencia artificial, publicado el 30 de noviembre de 2023. Disponible en: <https://bit.ly/3VMHTQ0>
- Fernández-Lerma, A. (2017). Estudio del origen de la figura del influencer y análisis de su poder de influencia en base a sus comunidades.
- Fontcuberta, J. (1997). El beso de Judas: fotografía y verdad, Barcelona, G. *Guistavo Gili*, 15.
- Gómez, M. (2017). Historias(s) de la Imagen Digital. Publicado en interartive. Disponible en: <https://interartive.org/2017/04/historias-de-la-imagen-digital-marisa-gomez>
- Gutiérrez-Batista, K. (2019). Análisis multidimensional de datos textuales en redes sociales.
- Hearn, G., & Schoenhoff, S. (2016). The monetization of influence: Capitalizing on social media influencers. *Journal of Media Business Studies*, 13(1), 1-18.
- IBM (2024). ¿Qué es una API? Publicado el 9 de abril de 2024 por Michael Goodwin en la plataforma de IBM. Disponible en: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/api>
- Jhavar, A., Kumar, P. and Varshney, S. (2023), "The emergence of virtual influencers: a shift in the influencer marketing paradigm", *Young Consumers*, Vol. 24 No. 4, pp. 468-484. <https://doi.org/10.1108/YC-05-2022-1529>
- Marwick, A. E. (2015). You may know me from youtube: (micro-) celebrity in social media. *A companion to celebrity*, 333-350.
- Plummer, D., y Karamouzis, F. (2023). Gartner's Top Strategic Predictions for 2024 and Beyond — Living With the Year Everything Changed, publicado el 23 de Noviembre de 2023 en el sitio web Gartner. Disponible en: <https://bit.ly/3ROBAKL>

- Renobell, S. V. (2005). Hipervisualidad. La imagen fotográfica en la sociedad del conocimiento y de la comunicación digital. *UOC Papers: revista sobre la sociedad del conocimiento*, (1), 4.
- Sands, S., Ferraro, C., Demsar, V., & Chandler, G. (2022). False idols: Unpacking the opportunities and challenges of falsity in the context of virtual influencers. *Business Horizons*, 65(6), 777-788.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2022.08.002>
- Serrano, D. P., Belda, J. P. M., & Ramallal, P. M. (2023). Democratización de herramientas generativas de obras de arte visuales basadas en modelos personalizados de inteligencia artificial (IA).
- Solomon, C., & Breckon, T. (2011). *Fundamentals of Digital Image Processing: A practical approach with examples in Matlab*. John Wiley & Sons.
- Sousa, J. P. (2003). *Historia crítica del fotoperiodismo occidental*. Comunicación Social Ediciones y Publicaciones. Sevilla: Comunicación Social.
- Turpo-Gebera, O. W., (2008). La netnografía: un método de investigación en Internet. *EDUCAR*, 42, 81-93.
- Wong, K., Doong, J., Trang, T., Joo, S., & Chien, A. L. (2017). YouTube videos on botulinum toxin A for wrinkles: a useful resource for patient education. *Dermatologic Surgery*, 43(12), 1466-1473.

THE ROLE OF PROFESSIONAL ASOCIATIONS IN CREATING POLICY AND COMERCIAL STANDARDS FOR DIGITAL TWINS IN THE COLOMBIAN AECO INDUSTRY, A CASE STUDY

JUAN CAMILO LEGA BARCO

Universitat Politècnica de València (UPV)

FERNANDO CASTELLÓ-SIRVENT

Universitat Politècnica de València (UPV)

1. INTRODUCTION

The architecture, engineering, construction and operation (AECO) industry has long been at the center of economic activity in Colombia, being responsible for an estimated 1.5 million jobs. The sector accounts for about 54% of the productive apparatus of the country and is about 5.17% of GDP (Ministerio de Vivienda, 2020). Because this sector is expansive in its activities, it contains things from the initial identification of opportunities, design, financial and technical structuring, execution, operation and demolition of real assets, it has an important impact on all facets of our lives (Ive & Gruneberg, 2000). These facts point to the importance of the sector for national wellbeing.

Over the past years, a strong movement has grown within the industry that aims to achieve digital transformation in its processes. This movement has been gaining force, this process has accelerated since the COVID-19 pandemic (Megahed & Hassan 2021). The center for telecommunications research, CINTEL, is a think tank has been following the digital transformation maturity of several industries in the

Colombian economy, according to its 2023 digital transformation report highlights the low rate of digital transformation success (7%) that has been experienced by Colombian firms when compared to a global standard (20-30%). This report highlights the construction industry as the second most mature in relation to digital transformation. This is an important achievement as there is a clear tendency for productivity to increase as digital technologies are adopted by industries (Cette *et al.* 2021). The Mckinsey Global Institute has highlighted in its 2017 report that the productivity of the construction sector has stagnated on a world-wide scale and is second from the bottom of rankings with a score that is only better than the agricultural industry (Mckinsey 2017). The main technological driver for the AECO industry is Building Information Modeling (BIM) and more broadly Digital Twin (DT) technology. Boje et al. have produced a concise definition of this technology as composed of three parts, a physical object in the real world, a virtual entity that is a reflection of the real world, and two-way communication of data between these two entities that allows for computational techniques and visualization.

Given these facts, it is of primary importance for the construction industry to pursue activities that will increase its productivity, competitiveness and capacity to generate wellbeing for the country. Moskovskaya *et al.* 2013 defined the term professional organizations as “not-for-profit organizations established by a group of professionals to independently regulate their activities...professional associations become professional regulatory institutions”. In this vein, there is a clear role to be played by professional associations, in the case of Colombian AECO industry the best positioned would be the Colombian Construction Chamber of Commerce (CAMACOL), in the pursuit of policy and commercial standards that can be used to reach this goal. By partnering with the Colombian government, CAMACOL and other professional associations have managed to produce some documents that point to future formal regulation such as the National BIM strategy 2020-2026 published by the Colombian housing ministry. Although this is a great first

step, the government has yet to produce binding legislation that will force both the private and the public sectors to introduce this technology. Because of this fact, there is a clear research gap in the literature that may be filled by investigations that seek to understand the current and future plans of professional associations in relation to actions to promote and regulate the adoption of DT technologies in their respective areas of influence. With this in mind, this chapter has been produced in a first attempt to fill this gap with information on the actions of CAMACOL, the largest construction sector professional association, over the past 10 years in its pursuit to aid in the advancement in digital transformation for the Colombian AECO industry it represents.

2. OBJECTIVES

The main objective of this chapter is to analyze and understand the role and contributions of the Colombian AECO's professional association (CAMACOL) to the development of public policy and market standards related to DT technology. This research is intended to generate a deep understanding of the actors and their context by reviewing academic and technical literature and collecting primary source material through semi-structured interviews, in order to answer the primary research question:

Q.1 how has CAMACOL contributed to the development of public policies and market standards related to DT technology in the Colombian AECO industry?

This question has been further broken down into the following sub-questions (SQ).

-SQ.1. What is the structure, functions and activities that CAMACOL performs in the Colombian AECO industry?

-SQ.2 What are the specific actions that CAMACOL has undertaken to promote the use and adoption of DT technology by the Colombian AECO industry?

-SQ.3 What influence and impact have these actions had on the creation and development of public policy related to DT technology for the Colombian AECO industry?

-SQ.4. What influence and impact have these actions had on the creation and development of market standards related to DT technology for the Colombian AECO industry?

This qualitative research contributes to society's understanding of the role played by professional associations in the generation of public policy and market standards. The article also constitutes a historically significant document through its documentation of the actions and plans that CAMACOL has undertaken in its efforts to accelerate the digital transformation of the Colombian AECO industry.

3. METHODOLOGY

As exposed thus far, this chapter takes a qualitative lens coupled with a hermeneutic paradigm instrumentalized through the case study method to investigate the phenomenon of professional organizations participation in the development of public policy and market standards. Among the many methods that can be used for qualitative research, this combination is best suited for instances where the research team is seeking a deep and contextualized understanding of a phenomenon. To this effect, the experience of the digital transformation lead at CAMACOL is a perfect opportunity to use the cited techniques. Hermeneutics is a general method used for the understanding of comprehension itself and to gain a depth of understanding of a specific occurrence (Paterson & Higgs, 2005). It seeks to best interpret acts, texts, conversations and other works in order to discover the significance of phenomena contained in the sources without erasing and recognizing the singularity of the context in which they occur (Gadamer, 1981).

In order to not reduce actors to variables in a cold scientific manner, Ray Rist (1994) proposed that a researcher should use qualitative means

that capture subject's nature in a holistic manner. This means taking a view as set-out by Galeano, by framing qualitative research as social investigation that examines the subjective and intersubjective realities of subjects as legitimate objects of scientific knowledge. A researcher who takes this view would attempt to comprehend social actors and their logic, from their point of view, capturing in this way the subjective dimension of social reality as the origin of knowledge. This means that qualitative research should understand reality in the same manner as the subjects it analyzes do, this is a quality that pairs well with a hermeneutic paradigm in as much as it takes all perspectives as having the same value because it does not seek to find an ultimate truth but rather to understand the differing view points of subjects. Seeing as this is the type of understanding that this chapter's looking to acquire, the qualitative research presented herein applies this paradigm.

This investigation is based on the participation of the digital transformation lead at the Colombian Construction Chamber of Commerce CAMACOL, his contributions are complemented with interviews of three other subjects professionally engaged in the AECO industry as founders of service companies specialized in DT technologies. This structure gives us a total of four subjects, within three units of analysis. CAMACOL was selected based on their unique experience as the largest professional association in the Real Estate submarket of the Colombian AECO industry, the other subjects had been selected for another investigation on their experiences in the nascent AECO DT as a service industry, but given their deep understanding of the market were also asked specific questions related to the role of CAMACOL in the generation of public policy and market standards related to DT in for the Colombian AECO market.

The methods used in gathering data include analysis of scholarly literature, professional results and publications coupled with semi-structured interviews with several subjects. One interview was conducted with the digital transformation lead at CAMACOL, one with the founder of a

DT services firm specializing in real estate, and one interview with the two founders (done together in one sitting) of a DT services firm focusing on transportation infrastructure projects. The techniques used for these are those set out by Taylor & Bodgan (1987) adapted to electronic-video interviews conducted using techniques that allow researchers to investigate the view-points of their subjects as expressed in their own words.

After obtaining the consent of all participants, interviews were recorded and then transcribed by the interviewer, edited for readability, but with adequate care to maintain the tone and meaning of the subjects' words, especially since interviews were conducted and analyzed in Spanish. Translation has been done to present quotes in the results section of this chapter, this may introduce unintentional bias into the quotations, but the analysis remains valid. Regarding this analysis, and to further strengthen its validity, the inductive coding method espoused by Thomas (2006) was used to maintain academic rigor. To achieve this themes were generated based on the collected data, and codes were then formed to fit the preliminary structure. The themes and codes roughly correspond the sub-research questions that have been used to structure the results section of this chapter.

Finally, this document was produced and represents the result of the application of this methodology. It contains the knowledge learned from the synthesis of the primary and secondary sources identified and analyzed in accordance with what has been set out in this section. It is hoped that this research will contribute to the understanding of the role played by professional organizations in the generation of legislation and market standards. It is further hoped that this chapter will add to the conversation in relation to DTs, DT adoption, digital transformation and innovation as the basis for improvement in productivity and competitiveness for businesses.

4. RESULTS

4.1. The structure, functions and activities that CAMACOL performs in the Colombian AECO industry.

CAMACOL was founded on September 14 1957 by a group of businessmen in order to create an association for the construction industry at the national level, and form an organization that would be able to more effectively address the issues and challenges that the industry should face (Camacol 2024). Throughout its history it has played a role in the formulation of public policy, among its achievements it cites the creation of the *Cajas de Compensacion* private non-profit organizations that assume the role of the government in administrating and granting subsidies, most notably for the AECO industry is their role in processing and finalizing requests for housing subsidies (Acevedo-Tarazona 2010). The organization also plays a role in the creation of the Colombian Institute of Technical Norms, ICONTEC, and is involved in the creation of the technical education programs for the construction trades developed by the national education service SENA.

CAMACOL currently has over 1650 active members split between three general categories, 1. Builders-Contractors-Consultants, 2. Industrialists-Businessmen and 3. Financial institutions- Utilities and other firms (CAMACOL 2024). According to the official CAMACOL website and as mentioned by subject one, digital transformation lead at CAMACOL:

“CAMACOL is the professional association that unites firms from the entirety of the construction value chain, it is composed of 18 regional offices and 1 sectional office. The regional offices are in the following Colombian departments: Antioquia, Atlántico, Bogotá y Cundinamarca, Bolívar, Boyacá y Casanare, Caldas, Cesar, Córdoba y Sucre, Cúcuta y Nororiente, Huila, Meta, Nariño, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle, Magdalena, and the sectional office is in Popayán, Cauca”.

This expansive organization offers the following service lines:

1. CAMACOL training: The mission of this product line is to help member organizations acquire knowledge, some of the focus areas include ESG-adjacent areas such as inclusivity and corporate social responsibility, mainly communicated at the Annual Colombian Construction Congress.
2. CAMACOL connections: The objective of this product line is to generate marketing and communication spaces for member firms. The planning and execution of trade fairs such as EXPO CAMACOL and networking is the work of this line.
3. CAMACOL management: This line is meant to influence public policy that affects the industry, understood as the whole construction value chain from extraction of materials to design and commercialization.
4. CAMACOL information: This line collects, analyzes and published relevant information for the members. Economic, legal and technical reports are produced on a periodic basis.
5. CAMACOL innovation: This line oversees the transformation of the industry to increase productivity and sustainability. The digital transformation work group falls under this line and its activities are the focus of this chapter.

Further information on the history, structure and historic activities of CAMACOL can be easily found on their webpage, and for those interested, links have been provided in the references section of this chapter.

4.2 The specific actions that CAMACOL has undertaken to promote the use and adoption of DT technology by the Colombian AECO industry.

This section has been broken-down into several themes for ease of reading, and it includes previous, current and future activities by CAMACOL in its pursuit of promoting the use and adoption and DT by the industry.

4.2.1. BIM Forum Colombia - Industry roundtables.

Subject one shared the story of the creation of BIM Forum Colombia (BFC):

“The inauguration of BFC took place in 2017, but a lot of effort had taken place before this date, the principal goal in those days was to push the government to take action to create interest for DT in the private sector by instituting BIM requirements for the public sector, with an initial goal of having this put into law by 2026... The National BIM Strategy was a milestone, however since then the tables have turned and it’s the private sector that is pushing for more action from the government”.

Subject one highlights that the Nation BIM Strategy was the fruit of the work done in 2019-2020, making it clear that the generation of policy was not a public initiative but rather a result of the professional association’s actions. This initial push was spearheaded by a group of 10 members, mostly from the Bogota social housing sector (Amarilo, Apiros, Arpro, Construcciones Planificadas, Constructora Bolívar, Constructora Colpatría, Constructora Conconcreto, Cusezar, Prodesa and Triada).

In order to have a clear channel of communication with the government the industry-roundtables were established, initially between representatives of BFC and the National Planning Department (DNP). Other institutions that have taken part in these technical roundtables include the Colombian housing ministry, the transportation infrastructure planning unit UPIT, and BIM Academic Forum which will be further discussed below. There are 4 roundtable groups 1. Products, 2. services, 3. Building organizations and 4. Projects and infrastructure. Each group would discuss their interests and converse with the government regarding digital transformation in the AECO industry. BFC is the main organ inside CAMACOL from which all DT actions are born.

4.2.2. The National BIM Survey.

In order to provide its members with up-to-date information on the progress of the association’s efforts in digital transformation, CAMACOL has instituted the National BIM Survey in 2023, with a total 643 respondents.

Speaking on the National BIM Survey subject one added:

“We want to reinforce our actions to institute market standards in the regions (All regions outside the main cities), because the National BIM Survey has revealed that there is a lack of knowledge, reach and implementation in many of these. Bogota is very advanced in terms of DT adoption, but there are many regions that need to be reached with information”.

This highlights that CAMACOL not only has contributed by capturing and publishing data, but also by focusing their efforts based on the results of their market research to help the industry in its digital transformation.

4.2.3. BIM KIT, the construction of digital abilities and BIM Academic Forum.

Another key activity being performed by CAMACOL consists in helping its members train in and reinforce their digital abilities, an activity closely related to DT. Subject one had this to say in relation to these activities:

“When we refer to our role in providing tools to adopt BIM methodologies, we are talking about things like our BIM route or giving access to Bilal Succar’s BIM maturity matrix, things that help our members to start their digital transformation journeys and measure their progress”.

BIMKIT is a collection of documents that contain all sorts of information such as the one mentioned above, they are the result of the industry roundtables and subject one described their development in this way:

“In 2019 Volume one of the BIMKIT was release, 2020 saw the release of Volume 2, in 2023 we focused on infrastructure with the release of volume 3, and this year we want to update volume 1, with 8 documents that talk about Roles and professional profiles, information management and things of that nature, for this reason we have begun running some roundtables”.

When asked if CAMACOL was directly providing any courses subject one shared:

“BFC does not offer any courses directly, we have participated in the definition of the content for the curriculum at SENA... we also offer spaces

for BFC members to offer their training services and their experiences... finally we've signed an alliance with Zigurat Institute of Technology, so our members can get preferential rates with them”.

CAMACOL is therefore taking important measures to assure that their members can develop the skills needed to digitally transform their organizations. On this topic of education, subject one also mentioned the existence of BIM Academic Forum, an adjacent organization that is led by professors at some of Colombia's top universities. Together with CAMACOL they have led efforts to update curriculums so that new professionals will leave their undergraduate degrees with the abilities needed to excel in mature DT environments. Both subject one and subject two, founder of a DT services start-up, mentioned that there is a clear tendency inside architecture schools to romanticize designing things by hand, and this has led to a big delay in the uptake of DT training at the undergraduate level.

4.2.4. BIMCO congress and awards

As of early 2024 CAMACOL has organized 6 editions of the BIMCO (Building information Management Congress) described as an academic gathering focused on learning and discussing of digital transformation in the sector by bringing together industry experts and professionals. BIMCO has become the main forum for the discussion of DT and Digital Transformation for the Colombian AECO industry. The latest edition, 2023 “Construction 4.0 Digitalizing the sector”, focused on IoT, Smart Cities, productivity and skills and abilities. The most important contribution these congresses have is educating industry members on the importance of digital transformation. All interview subjects have mentioned that lack of knowledge is the main barrier for the advancement of this technology. One of the best methods to bring awareness to the existence of this technology is via awards, each year as part of the congress there is an award ceremony that highlights industry leaders who have invested into digital transformation. Awards are given in the categories of 1. Housing Design, 2. Infrastructure Design, 3.

Other Design, 4. Suppliers, 5. Academia, 6. Other Construction, 7. Housing Construction, and 8. Infrastructure Construction. These broad awards are an interesting way to bring attention to the efforts of both colleagues and competitors in DT adoption and digital transformation that do a great deal in raising awareness and interest for DT.

4.3 The influence and impact these actions have had on the creation and development of public policy related to DT technology for the Colombian AECO industry.

As can be appreciated, CAMACOL has put forth a great effort in their mission to advance adoption of DT in Colombia. It is clear that the crowning achievement of much of their work as it relates to public policy is the National BIM Plan, when asked about the progress of this plan subject one commented:

“It’s not my place to take a political stance...I can however tell you that up to 2022 our roundtables were regularly meeting, and we had good flow of progress data on the National BIM Strategy... since 2023 we’ve not been able to have a roundtable session. There have been many changes since the new president came into power, first the national planning department DNP was removed from the roundtables and replaced by the housing ministry, but he was further removed and replaced by the UPIT, yet this has all been limited to phone calls because as of march 2024 we haven’t had a single session yet”.

Subject four, one of the founders of a DT services start-up focused on infrastructure opined that this cooling of relations makes sense, as he always perceived that there has been apprehension from the public sector whenever the private sector starts to propose standards. While subject four highlighted the efforts done over the past few years by the government, he could not name any legal directive that established a policy of DT adoption by the public sector. Interestingly enough he mentioned that the only requirements that he’s encountered have come from international organizations such as the British Development Agency, who insert DT requirements into their terms, forcing the governments hand. Subject four believes that there has been some draft policy at the

National Infrastructure Agency requiring DT for over a year that has yet to be signed, and in his view won't be signed any time soon.

With this break-down of relations between the government and CAMACOL it isn't clear how strong their influence can be in the short term. The inclusion of UPIT signals a new focus on infrastructure, subject one mentioned that there have been requests to produce standards like those contained in the BIMKIT for the infrastructure sector, but nothing official has been completed. This current situation means that the private sector will have to take the lead to accelerate adoption, putting the ball in CAMACOL's court. In accordance with this subject one opined that given the current level of adoption public policy forcing DT technology on the country would probably be counterproductive.

4.4. The influence and impact these actions have had on the creation and development of market standards related to DT technology for the Colombian AECO industry.

As we have seen government policy seems to be far away, subject two was asked about his thoughts on what should be done to accelerate adoption and build awareness, to which he responded:

“Both CAMACOL, as our professional association and the government should oversee this, they should be pushing for the industry to adopt best practices, which of course include DT. It is my view however that the private sector should pursue self-regulation, something that is already considered under our current laws...Not everything has to be legislated by the state, sometime market standards are more effective”.

As we've seen, historically CAMACOL has been able to have a good influence on the development of the sector, many times through private means, such as the founding of ICONTEC or pushing for the *Cajas de compensacion* which are private to handle subsidies. Some of the results of CAMACOL's efforts can be seen in the National BIM Survey, among these we can include the fact that 49% of all survey respondents have some sort of initiative to implement BIM methodology. Out of these 66% started their effort within the last three years, indicating that the

pandemic accelerated adoption. 77% of these firms use BIM for the structuring and planning phase and only 14% use it during construction a fact that highlights the need for further awareness and training are needed for a true digital transformation to take place. Finally of these respondents 52% of private sector respondents use BIM as opposed to only 38% of the public sector respondents. This data confirms what was shared by subject one in as much as the public sector has fallen behind the private sector (CAMACOL 2024).

The multiple actions taken by CAMACOL and their members have surely had a great deal of impact on the creation of market standards. A second source that confirms this fact is the Latin-American and Caribbean development Bank (CAF), who have highlighted Colombia as the third most mature DT market in the region. There is clearly still much work to be done, as CITEL highlighted only 7% of all Colombian firms have managed to successfully complete their digital transformation, the strained relations with the current government don't bode well for the near term, but the strong commitment from the private sector will hopefully offset this.

5. DISCUSSION

Colombia, and broadly Latin-America, is a region that has suffered from its weak institutions (Brinks *et al.* 2019). The Colombian construction sector is used to this, when the availability of utilities such as water, waste management or sewage are not available they must be provided and guaranteed by the general contractor (Decreto 1783, 2021). This means among many other examples that city projects must build their own water reserves so that the local fire department may provide services. With an environment such as it is only a matter of time for the private sector to step-up to the challenge of self-regulation. In this vein, CAF has highlighted that 93% of countries in the region have DT adoption initiatives led by the private sector while only 60% have initiatives led by public sector (CAMACOL 2024).

In order to do this, it is essential that professional associations continue to push for their members to adopt technology without the need of public sector policy. They must attempt to build their relations with the public sector back and resume the work that they started with the National BIM Policy initiative, It is often discussed that the creation and success of innovation depends on customers. Industries whose customers have strong market power tend to innovate, whenever these starts to demand change (OECD, 2018). It is sadly the case that the Colombian construction market does not have any big customers in the private sector, as most construction is sold directly to the consumer, this means that the only large customer who could demand change is the government itself. In relation to this subject four mentioned that there is still much fear inside the public institutions, Public servants who have been working for many years who have a lack of knowledge and abilities in the DT realm have the idea that an accelerated digital transformation would mean they would lose their jobs, this represents an opportunity for CAMACOL, as subject four put it, whenever you introduce a new technology to the public sector your first step should be to educate the state. CAMACOL's experience in generating DT skills and abilities for its members are sorely needed by the public sector.

In these uncertain political times CAMACOL should be a voice of reason and should put forth its best effort to bring the public and private sectors together in the name of national welfare, competitiveness and progress.

6. CONCLUSIONS

This chapter presented a case study that focused on the role that professional organizations can play in the generation of public policy and market standards. It covered the structure, history and actions that CAMACOL has taken, as the premier Colombian construction professional association. The case highlighted the value brought by CAMACO not only to its members but the industry as whole, though its initiative BIM Forum Colombia. Among its chief actions to achieve this goal the case

put a spotlight on the organization of public-private technical roundtables, best practice publications (BIMKIT), national surveys (National BIM Survey) and events (BIMCO) to increase awareness of the latest technological advances and their benefits. This chapter represent a first approach to this theme, but it is hoped that it will contribute to the literature surrounding the importance of professional organizations, of digital transformation and of Digital Twins in achieving innovations, increasing productivity and competitiveness and maximizing national wellbeing.

7. ACKNOWLEDGEMENTS

Universitat Politècnica de Valencia, Ana María García-Gómez, Juan S. Cadena and Santiago F. Perez for their contributions to the production of this chapter.

8. REFERENCES

- Acevedo-Tarazona, Álvaro, & Gil-Montoya, R. (2010). Las cajas de compensación familiar en Colombia Marcos normativo, organizacional y socio-económico en su consolidación. *PROSPECTIVA. Revista De Trabajo Social E Intervención Social*, (15), 449–470. <https://doi.org/10.25100/prts.v0i15.1119>
- Boje, C., A. Guerriero, S. Kubicki, and Y. Rezgui. 2020. “Towards a semantic construction digital twin: Directions for future research.” *Autom. Constr.* 114 (Jun): 103179. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179>.
- Botín-Sanabria, D. M., A.-S. Mihaita, R. E. Peimbert-García, M. A. Ramírez-Moreno, R. A. Ramírez-Mendoza, and J. D. J. Lozoya-Santos. 2022. “Digital twin technology challenges and applications: A comprehensive review.” *Remote Sens.* 14 (6): 1335. <https://doi.org/10.3390/rs14061335>.
- Brinks, D. M., Levitsky, S., & Murillo, M. V. (2019). Understanding Institutional Weakness. <https://doi.org/10.1017/9781108772211>
- Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (n.d.). Historia - Camacol. Camacol - Cámara Colombiana de La Construcción. Retrieved May 17, 2024, from <https://camacol.co/nosotros/historia>

- Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (n.d.-a). Afiliados - Camacol. Camacol - Cámara Colombiana de La Construcción. Retrieved May 17, 2024, from <https://camacol.co/nosotros/afiliados>
- Cámara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (n.d.-c). Portafolio de Servicio - Camacol. Camacol - Cámara Colombiana de La Construcción. Retrieved May 17, 2024, from <https://camacol.co/nosotros/portafolio-de-servicio>
- Camara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (2024, November 10). Camacol presentó los resultados de la primera gran Encuesta Nacional BIM sobre transformación digital - Camacol. Camacol - Cámara Colombiana de La Construcción. <https://camacol.co/prensa/noticias/camacol-presento-los-resultados-de-la-primera-gran-encuesta-nacional-bim-sobre>
- Camara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (n.d.-b). Encuentro BIMCO 2023 - Camacol. Camacol - Cámara Colombiana de La Construcción. Retrieved May 17, 2024, from <https://camacol.co/eventos/encuentro-bimco-2023>
- Camara Colombiana de la Construcción CAMACOL. (n.d.-b). BIM KIT - Camacol. Camacol - Cámara Colombiana de La Construcción. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>
- Cette, G., Nevoux, S., & Py, L. (2021). The impact of ICTs and digitalization on productivity and labor share: evidence from French firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 1–24. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1849967>
- CINTEL (2023) “Nivel de madurez de Transformación Digital en las empresas en Colombia 2023” Self-published
- Decreto 1783 2021, Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1077 de 2015 Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con el estudio, trámite y expedición de las licencias urbanísticas y se dictan otras disposiciones”, (2021). <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=175086>
- Gadamer, H. (1981). *Reason in the age of science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Galeano, M. E. (2011). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Fondo Editorial Universidad Eafit.
- Ive, G. J., & Gruneberg, S. L. (2000). *The economics of the modern construction sector*. Macmillan.

- Megahed, N. A., & Hassan, A. M. (2022). Evolution of BIM to DTs: A Paradigm Shift for the Post-Pandemic AECO Industry. *Urban Science*, 6(4), 67. <https://doi.org/10.3390/urbansci6040067>
- Ministerio de Vivienda de Colombia. 2020. “Estrategia Nacional BIM 2020-2026” (P. 1-6) , Bogotá, Ministerio de Vivienda.
- Moskovskaya, A., Oberemko, O., Silaeva, V., Popova, I., Nazarova, I., Peshkova, O., & Chernysheva, M. (2013). Development of Professional Associations in Russia: A Research into Institutional Framework, Self-Regulation Activity, and Barriers to Professionalization. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2357974>
- OECD (2018). *Oslo manual : guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*. Oecd Publishing, Cop.
- Paterson, M., & Higgs, J. (2015). Using hermeneutics as a qualitative research approach in professional practice. *The Qualitative Report*, 10(2). <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2005.1853>
- Project Management Institute. (2021). *Guide to the Project Management Body of Knowledge (7th ed.)*. Project Management Institute.
- Rist, R. C. (1994). *Influencing the policy process with qualitative research*. Center For Policy Studies, The George Washington University, Graduate School Of Education And Human Development.
- Taylor, S. J., Bogdan, R., & Piatigorsky, J. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación : la búsqueda de significados*. Paidós.
- The Mckinsey Global Institute. (2017). *REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY [Review of REINVENTING CONSTRUCTION: A ROUTE TO HIGHER PRODUCTIVITY]*. In Mckinsey Global Institute. Mckinsey and Company. www.mckinsey.com/mgi.
- Thomas, D. R. (2006). A General Inductive Approach for Analyzing Qualitative Evaluation Data. *American Journal of Evaluation*, 27(2), 237–246. Sagepub. <https://doi.org/10.1177/1098214005283748>

DIGITAL TRANSFORMATION AND SUSTAINABILITY IN SMEs: A BIBLIOMETRIC APPROACH

DANIELA, NIÑO-AMÉZQUITA

Universidad Católica de la Santísima Concepción

ERNESTO, LEÓN-CASTRO

Universidad Católica de la Santísima Concepción

1. INTRODUCTION

Digital transformation (DT) fosters innovation, providing greater agility in identifying trends, making decisions, and responding quickly to change (Lu et al., 2023). Its penetration into small and medium-sized enterprises (SMEs) has been a subject of growing interest and research. Initially, research focused on identifying challenges and opportunities associated with adopting DT in SMEs. Brynjolfsson & Hitt (2000) highlight the relationship between investments in information technologies and business performance, underscoring the need to understand DT dynamics, while, (Wickramasinghe & Sharma, 2005) emphasizes the relevance of adapting to the knowledge economy.

The evolution of the field has consolidated concepts and theoretical models. For example, (Galliers & Leidner, 2014), provided a comprehensive framework for DT, emphasizing the need to align technology with business objectives strategically. (Trenkle, 2020) proposed technological adaptation models, identifying key organizational factors. Additionally, (Schallmo et al., 2017) examined barriers and facilitators to adopting Industry 4.0 in SMEs, highlighting the importance of organizational culture and resource availability.

Recent literature in the field integrates emerging themes such as sustainability and ethics in the context of DT in SMEs. In this regard, Lu et

al. (2023) highlight environmental, economic, and social sustainability. Therefore, research on how DT contributes to more sustainable practices in SMEs has continued to increase (Durach et al., 2021). Currently, the relevance in this research field is ascending, considering that adopting digital technologies has proven to be a driver for addressing environmental challenges, generating positive effects on environmental control and community prosperity (Ferrari et al., 2022).

Research suggests that SMEs must redesign processes, develop a digital workforce, and foster a culture of innovation to succeed in the digital era. Therefore, strategic guidance in this area is important in promoting innovation (Zhang et al., 2023). In line with this, DT empowers organizations to make informed decisions and contribute to a sustainable future (Dayioğlu & Türker, 2021). However, it is crucial to understand how this research field is oriented. SMEs impact the environment and society as much as or more than large companies, requiring a deeper understanding by policymakers and decision-makers (Jansson et al., 2017).

This article conducts a bibliometric analysis of Digital Transformation and Sustainability (DTS) in SMEs, understanding its economic and social role. For this purpose, 525 research articles from the Scopus database from 1981 to 2023 are used to analyze research trends in this field comprehensively. The article is structured as follows: first, the methodology and implicit search process are presented, followed by the results where bibliometric performance and scientific mapping are presented, and finally, the conclusions are presented.

2. METHODOLOGY

In this study, the Scopus database, belonging to Elsevier, was utilized. This database is internationally recognized for hosting abstracts and citations of high-quality scientific articles, making it a prominent tool for bibliometric analysis (Donthu et al., 2021). The keywords were selected considering the complexity of the concepts under study. For Digital

Transformation (DT), the keywords proposed by Madzík et al. (2023) were adopted, describing the process phases, including digitization, digitalization, and DT. The keywords ("digit*") OR ("digit* transform*") are based on the understanding of DT as a dynamic process that has evolved.

Regarding sustainability, it is addressed as the ability of organizations to operate in a manner that meets current needs without compromising the well-being of future generations. Following the guidelines of (Mura et al., 2018) and (Qasim, 2017), the keywords were refined to address economic, social, environmental, and health aspects. The search string includes terms such as ("Sustainab*"), ("Circular econom*"), ("Carbon*"), ("Climate"), ("CSR"), ("Green*"), ("Corporate Social* Responsib*"), ("CSR") OR ("Ecol*"), ("Emission*"), ("Environment*"), ("Global Engagement Services"), ("KLD*"), ("LCA*"), ("Life cycle*"), ("TBL*") OR ("Triple bottom line") OR ("descarbon*"), ("clean* product*"), ("clean manufact*"), ("clean energ*"), ("clean technolog*")), categorizing them into three key dimensions: economic, environmental, and social.

To focus the search on Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs), acronyms and terms commonly found in business and management literature were used. Thus, the specific inclusion of these organizations was achieved through terms such as ("SME*"), ("small* firm*"), ("small* busines*"), ("Micro Small and Medium Enterpri*"), ("msme*"), and ("small and medium size*"). This approach ensures that the research is centered on the particular context of these companies, providing relevance and specificity to the obtained results.

Two main bibliometric methods were employed: performance analysis and science mapping. Performance analysis utilized various bibliometric measures and indicators, such as the h-index, g-index, and hg-index. Science mapping employed techniques such as co-citation and co-occurrence of keywords to identify the most representative structures and connections among the actors in this field.

The search was conducted between October and December 2023, considering only documents published between 1981 and 2023. Through the keywords and filters by area of business and management & Economics, Econometrics, and Finance, the target search was established with a total of 525 documents. The search process is further explained in Table 1.

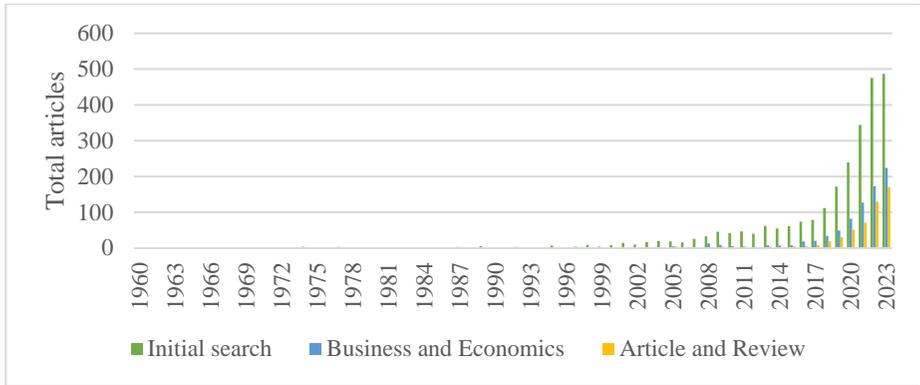
Table 1. Search results

Criteria	Results
(("digit") OR ("digit* transform"))	
((("Sustainab") OR ("Circular econom") OR ("Carbon") OR ("Climate") OR ("Corporate Social* Responsib") OR ("CSR") OR ("Eco") OR ("Emission") OR ("Environment") OR ("Global Engagement Services") OR ("Green") OR ("KLD") OR ("LCA") OR ("Life cycle") OR ("TBL") OR ("Triple bottom line") OR ("descarbon") OR ("clean* product") OR ("clean manufact") OR ("clean energ") OR ("clean technolog"))	2566
(("SME") OR ("small* firm") OR ("small* busines") OR ("Small and Medium Enterpri") OR ("Micro Small and Medium Enterpri") OR (msme*) OR ("small and medium size"))	
Articles and Reviews	802
Business and Management & Economics, Econometrics and Finance	545
1981-2023	525

Source: Own elaboration based on Scopus 2023

The evolution in publications in this field can be explained in Figure 1. In this figure, the green bars indicate the total number of publications per year in Scopus, totaling 2566. The blue bars show the evolution of academic documents (articles and reviews) in Scopus, totaling 802. Finally, the yellow bars represent the evolution of DTS records in SMEs from the business and economics areas, totaling 525. These results represent the main objective of this work, which is to include publications in the DTS literature published in journals focusing on the role of small businesses.

Figure 1. Number of publications in DTS field per year



Source: Own elaboration based on Scopus 2023

3. RESULTS

3.1. BIBLIOMETRIC PERFORMANCE ANALYSIS

Below, we present a performance analysis based on the bibliometric indicators described earlier, such as the number of published documents, the number of citations received, the h-index of the different actors analyzed, and various ratios obtained from these indicators. Table 2 shows the evolution in the publication of articles in the field of DTS in SMEs. However, it is important to highlight that approximately 85% of the publications were published during the last five years (2019-2023). This increase may be due to the relevance of the topic in recent years and the relevance of DT since the COVID-19 pandemic. This coincides with 2020, the year in which the articles in the field were most cited, accumulating 1707 citations.

Table 1. *Articles in the field of DTS by year*

R	Year	TPDTS	TCDTS	HDTs	%PDTS	ACDTS	≥5	≥25	≥50	≥100
1	1981	1	1	1	0.00	1	0	0	0	0
2	2000	1	0	0	0.00	0	0	0	0	0
3	2001	1	28	1	0.00	28	0	1	0	0
4	2003	1	10	1	0.00	10	1	0	0	0
5	2005	5	83	3	0.01	17	2	0	1	0
6	2006	2	56	2	0.00	28	1	1	0	0
7	2007	2	6	1	0.00	3	1	0	0	0
8	2008	3	36	2	0.01	12	1	1	0	0
9	2009	4	47	3	0.01	12	1	1	0	0
10	2010	3	60	1	0.01	20	0	0	1	0
11	2011	3	69	2	0.01	23	0	2	0	0
12	2012	2	60	2	0.00	30	0	2	0	0
13	2013	4	560	3	0.01	140	1	0	0	1
14	2014	1	55	1	0.00	55	0	0	1	0
15	2015	5	104	4	0.01	21	3	0	1	0
16	2016	5	187	3	0.01	37	2	0	0	1
17	2017	8	631	6	0.02	79	2	0	2	2
18	2018	19	412	10	0.04	22	10	2	1	1
19	2019	31	792	15	0.06	26	9	8	3	1
20	2020	52	1707	16	0.10	33	24	3	3	5
21	2021	71	1552	20	0.14	22	20	12	3	5
22	2022	131	1202	18	0.25	9	30	8	1	2
23	2023	162	323	10	0.31	2	19	0	0	0

Own elaboration based on Scopus 2023. Abbreviations: TPDTS and TCDTS, total papers and citations only DTS field; HDTs, h-index only DTS field; ACDTS, average citations per paper; %PDTS, percentage of papers compared to the total of papers in the DTS field; ≥5, ≥25, ≥50, ≥100 number of papers with more than 5, 25, 50, and 100 citations.

The outstanding scientific journals for their productivity in the field, presented in Table 3, focus on clean production, technological forecasting, business research, economics, business management, entrepreneurship, technology, quality, and strategic management. Despite the breadth of the topics covered, they share a common focus on research and promoting knowledge in management, economics, technology, and business innovation.

Among the most productive journals in this field, the Journal of Cleaner Production (JCP) stands out with 18 publications, followed by Zeitschrift Fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb (ZFW) with 11 publications and Technological Forecasting and Social Change (TFSC) with ten publications. It is noteworthy that TFSC is the journal with the highest total number of citations in the field, reaching 571, thus underscoring its influential role in the discipline.

Table 2. Papers in DTS field by source

R	Journal	TPD TS	TCD TS	HD TS	≥ 5	≥2 5	≥5 0	≥1 00	D 3	D4	TP	TC	H	SJR
1	JCP	18	471	8	6	2	2	1	0	18	47 71	1777 82	268	1.98
2	ZWF	11	6	2	0	0	0	0	3	8	12 5	285	17	0.27
3	TFS C	10	571	8	1	4	0	3	0	10	78 8	2266 8	155	2.64
4	JBR	9	343	7	2	3	0	2	0	9	94 5	3269 0	236	2.90
5	JKE	7	16	2	1	0	0	0	0	7	36 9	961	38	0.58
6	SJM	7	13	3	0	0	0	0	0	7	34	88	13	0.21
7	EEM S	6	4	1	0	0	0	0	0	6	14 4	91	7	0.19
8	JOIT	6	287	5	4	0	0	1	0	6	21 9	3040	38	0.74
9	JSBE	6	223	4	2	0	1	1	0	6	47	620	37	0.89
10	BEN	5	12	3	0	0	0	0	0	5	25 8	3027	74	1.18
11	IEEE	5	28	2	2	0	0	0	0	5	61 0	2747	103	1.00
12	JSBE D	5	142	4	1	1	1	0	0	5	68	704	80	0.69
13	JTT	5	9	2	1	0	0	0	0	5	13 3	1657	95	1.70

14	MDE	5	115	4	2	0	1	0	0	5	187	3674	116	1.35
15	SBE	5	150	3	1	1	0	1	0	5	235	4105	157	2.73
16	ASM J	4	24	2	2	0	0	0	0	4	411	558	25	0.24
17	CBM	4	2	1	0	0	0	0	0	4	410	2299	32	0.52
18	IJEB R	4	32	2	2	0	0	0	0	4	135	2070	83	1.29
19	JAFEB	4	19	3	3	0	0	0	0	4	449	2430	25	0.36
20	JEC	4	25	3	2	0	0	0	0	4	86	548	35	0.72
21	JEEE	4	36	3	3	0	0	0	0	4	126	768	28	0.82
22	JIEM	4	45	3	2	1	0	0	0	4	38	306	35	0.47
23	JIE	4	30	3	2	0	0	0	0	4	18	89	30	0.30
24	JMT M	4	95	3	1	2	0	0	0	4	75	2494	84	2.08
25	QAS	4	45	2	0	1	0	0	0	4	235	540	24	0.18
26	SDR	4	0	0	0	0	0	0	0	0	152	88	17	0.12
27	TQM	4	19	2	1	0	0	0	0	4	194	1510	74	0.73
28	TIS	4	99	4	1	2	0	0	0	4	305	6383	69	1.49
29	WEI R	4	14	2	1	0	0	0	0	4	158	252	11	0.29
30	ASC	3	22	2	2	0	0	0	0	4	194	1125	28	0.53

Own elaboration based on Scopus 2023. Abbreviations: TPDTs and TCDTs, total papers and citations only DTS field; HDTS, h-index only DTS field; ≥ 5 , ≥ 25 , ≥ 50 , ≥ 100 ; D3: 2002-2011; D4: 2012-2023 number of papers with more than 5, 25, 50, and 100 citations. SCImago Journal Rank measures - Scopus 2022. H, h-index of journal; TC and TP, total citations and papers. JCP Journal of Cleaner Production. ZWF, Zeitschrift fuer Wirtschaftlichen Fabrikbetrieb. TFSC, Technological Forecasting and Social Change. JBR, Journal Of Business Research. JKE, Journal Of The Knowledge Economy. SJM, Serbian Journal of Management. EEMS, Emerald Emerging Markets Case Studies. JOIT, Journal of Open Innovation Technology Market and Complexity. JSBE, Journal of Small Business and Entrepreneurship. BEN, Benchmarking. IEEE, IEEE Transactions on Engineering Management. JSBED, Journal of Small Business and Enterprise Development. JTT, Journal of Technology Transfer. MDE, Management Decision. SBE, Small Business Economics. ASMJ, Academy of Strategic Management Journal. CBM, Cogent Business and Management. IJEBR, International Journal of Entrepreneurial Behaviour And Research. JAFEB Journal of Asian Finance Economics and Business. JEC, Journal of Enterprising Communities. JEEE, Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies. JIEM, Journal of Industrial Engineering and Management. JIE Journal of Innovation and Entrepreneurship. JMTM Journal of Manufacturing Technology Management. QAS, Quality Access to Success. SDR Strategic Direction. TQM, TQM Journal. TIS, Technology in Society. WEIR, World Economy and International Relations. ASC, Administrative Sciences.

In Table 4, the most cited articles in the field are detailed. Although each addresses a unique approach, they share a common interest in how SMEs incorporate and adapt to emerging technologies in the business environment. The topics covered include adopting cloud computing, using blockchain in operations and supply chain management, shifting towards digital innovation processes, identifying digital transformation pathways during the COVID-19 pandemic, and exploring innovation ecosystems in the context of Industry 4.0.

Regarding the most prominent works in this field, it is relevant to note that most have been published during the last decade. In this sense, the work of Alshamaila et al. (2013) has been the most cited to date, accumulating more than 500 citations. Interestingly, this work was published in the Journal of Enterprise Information Management (JEIM), which, despite not appearing in Table 2 as one of the most productive journals in the field, has been the medium where notable visibility and recognition have been obtained.

Table 3. top 30 most cited papers in DTS field

R	Title	Authors	Year	Journal	TCDS	C/Y
1	Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi-perspective framework	Alshamaila Y; Papagiannidis S.; Li F.	2013	JEIM	543	54.3
2	Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs	Wong, L.-W., Leong, L.-Y., Hew, J.-J., Tan, G.W.-H., Ooi, K.-B.	2020	IJIM	329	109.7
3	Shifting intra- and inter-organizational innovation processes towards digital business: An empirical analysis of SMEs	Scuotto, V., Santoro, G., Bresciani, S., Del Giudice, M.	2017	CIM	265	44.2
4	Identifying digital transformation paths in the business model of smes during the covid-19 pandemic	Priyono A.; Moin A.; Putri V.N.A.O.	2020	JOIT	238	79.3
5	Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation	Benitez G.B.; Ayala N.F.; Frank A.G.	2020	IJPE	232	77.3

6	Industry 4.0 and the New Simulation Modelling Paradigm	Rodič, B.	2017	ORG	212	35.3
7	The role of absorptive capacity and innovation strategy in the design of industry 4.0 business Models - A comparison between SMEs and large enterprises	Müller J.M.; Buliga O.; Voigt K.-I.	2021	EMJ	173	86.5
8	e-Leadership through strategic alignment: An empirical study of small- and medium-sized enterprises in the digital age	Li, W., Liu, K., Belitski, A., Ghobadian, A., O'Regan, N.	2016	JIT	163	23.3
9	The relationship between organizational culture, sustainability, and digitalization in SMEs: A systematic review	Isensee, C., Teuteberg, F., Griese, K.-M., Topi, C.	2020	JCP	147	49.0
10	Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model	Chatterjee, S., Rana, N.P., Dwivedi, Y.K., Baabdullah, A.M.	2021	TFSC	141	70.5
11	Internationalization, digitalization, and sustainability: Are SMEs ready? A survey on synergies and substituting effects among growth paths	Denicolai, S., Zucchella, A., Magnani, G.	2021	TFSC	139	69.5
12	Conceptualising a digital orientation: antecedents of supporting SME performance in the digital economy	Quinton, S., Canhoto, A., Molinillo, S., Pera, R., Budhathoki, T.	2018	JSM	125	25.0
13	Small business awareness and adoption of state-of-the-art technologies in emerging and developing markets, and lessons from the COVID-19 pandemic	Akpan, I.J., Udoh, E.A.P., Adebisi, B.	2021	JSBE	122	61.0
14	How can SMEs successfully navigate VUCA environment: The role of agility in the digital transformation era	Troise C.; Corvello V.; Ghobadian A.; O'Regan N.	2022	TFSC	121	121.0
15	Absorptive capacity, strategic flexibility, and business model innovation: Empirical evidence from Italian SMEs	Miroshnychenko, I., Strobl, A., Matzler, K., De Massis, A	2021	JBR	119	59.5
16	The duality of digital and environmental orientations in the context of SMEs: Implications for innovation performance	Ardito, L., Raby, S., Albino, V., Bertoldi, B.	2021	JBR	102	51.0
17	Digital transformation priorities of India's discrete manufacturing SMEs – a conceptual study in perspective of Industry 4.0	Dutta, G., Kumar, R., Sindhvani, R., Singh, R.K.	2020	COR	102	34.0
18	The Digital Entrepreneurial Ecosystem—a critique and reconfiguration	Song, A.K.	2019	SBE	102	25.5

19	Sustainability strategy as a moderator in the relationship between digital business strategy and financial performance	Ukko J.; Nasiri M.; Saunila M.; Rantala T.	2019	JCP	97	24.3
20	The relationship between digital technologies and internationalisation. Evidence from Italian SMEs	Cassetta, E., Monarca, U., Dileo, I., Di Berardino, C., Pini, M	2020	IAI	88	29.3
21	Digital entrepreneurship in a resource-scarce context: A focus on entrepreneurial digital competencies	Ngoasong, M.Z.	2018	JSBED	87	17.4
22	Marketing innovation and sustainable competitive advantage of manufacturing SMEs in Ghana	Quaye, D. Mensah, I.	2019	MDE	83	20.8
23	Cutting-edge technologies for small business and innovation in the era of COVID-19 global health pandemic	Akpan I.J.; Soopramanien D.; Kwak D.-H.	2021	JSBE	80	40.0
24	Partial correlation analysis using multiple linear regression: Impact on business environment of digital marketing interest in the era of industrial revolution 4.0	Syazali, M., Putra, F.G., Rinaldi, A., ...Umam, R., Jermsttiparsert, K.	2019	MSL	80	20.0
25	Organizational adoption of digital information and technology: a theoretical review	Molinillo, S., Japutra, A.	2017	BTL	69	11.5
26	Are China's intensive pollution industries greening? An analysis based on green innovation efficiency	Li, D., Zeng, T.	2020	JCP	68	22.7
27	The development of international e-commerce in retail SMEs: An effectuation perspective	Tolstoy, D., Nordman, E.R., Hånell, S.M., Özbek, N.	2021	JWB	67	33.5
28	Reaching sustainability during a digital transformation: a PLS approach	El Hilali W.; El Manouar A.; Janati Idrissi M.A.	2020	IJIS	67	22.3
29	Environmental efficiency and abatement cost of China's industrial sectors based on a three-stage data envelopment analysis	Xie, B.-C., Duan, N., Wang, Y.-S., Xie, B.-C., Duan, N.	2017	JCP	63	10.5
30	Key factors that hinder SMEs in succeeding in today's knowledge-based economy	Wickramasinghe, N., Sharma, S.K.	2005	JMED	62	4.1

Own elaboration based on Scopus 2023. R. Ranking, Journal abbreviations are available in [jError! No se encuentra el origen de la referencia.](#); TCDS, Total citation of article; C/Y, Citations per year indicator. JEIM, Journal of Enterprise Information Management. IJIM, International Journal of Information Management. CIM, Creativity and Innovation Management. IJPE, International Journal of Production Economics. ORG, Organizacija. EMJ, European Management Journal. IAI, Industry and Innovation. JSM, Journal of Strategic Marketing. COR, Competitiveness Review. MSL Management Science Letters. BTL, Bottom Line. JWB, Journal of World Business. IJIS, International Journal of Innovation Science. JMED, International Journal of

Table 5 displays the most prominent and cited authors in the field, including Akpan, I.J, Belitski, M, Griese, K.M, Isensee, C. and Kraus, S. except for Kraus, all of them contribute at least one article in the top 30 most cited (Table 4). It is also crucial to highlight the influence of authors such as Teuteberg, F, Kumar, R, and Corvello, V, whose research has significantly impacted the scientific community. It is worth noting that most of them work in co-authorship, generating greater visibility for their work. In particular, the case of Ghobadian A deserves special attention, as he is the author with the highest number of citations among those previously mentioned. One of his most relevant works focuses on electronic leadership and strategic alignment in SMEs in the digital era (Li et al., 2016). Additionally, he has made significant contributions to how SMEs can thrive in a VUCA (Volatile, Uncertain, Complex, and Ambiguous) environment through agility, especially in the era of DT (Troise et al., 2022).

Also, an analysis of the top 10 papers has been done to identify which new trends they propose, specifically in Artificial Intelligence (AI) topics, which is considered one of the most important technologies that are disrupting the industry (Angelov et al., 2021; Karanth et al., 2023; Shang et al., 2024). What we found is that all the papers write at least one about Artificial Intelligence and how that is important to consider, but specifically, Benitez et al. (2020) and Rodič (2017) that the problems of Industry 4.0 require the use of AI to solve the complex problems that are presented. Denicolai et al. (2021) found that AI positively relates to foreign sales intensity and is strongly associated with international performance. Finally, Chatterjee et al. (2021) analyze the factors that influence the adoption of AI based on different organizational internal environments and external environments; an interesting result to highlight is that leadership serves as a support to moderate such adoptions.

Table 4. *top 30 most productive authors in the field*

R	Name	TPDTS	TCDTS	HDS	ACP	D4	TP	TC	H	TP30
1	Akpan, I.J.	4	214	3	53.5	4	24	581	12	1
2	Belitski, M.	3	205	3	68.3	3	98	3022	28	1
3	Griese, K.M.	3	205	3	68.3	3	15	208	4	1
4	Isensee, C.	3	155	3	51.7	3	5	164	4	1
5	Kraus, S.	3	62	2	20.7	3	361	17,192	72	0
6	Pornpundejwit- taya, P.	3	9	1	3.0	3	6	12	2	0
7	Subramanian, N.	3	86	3	28.7	3	139	6,120	41	0
8	Teuteberg, F.	3	155	3	51.7	3	223	3,360	25	1
9	Abdulrahman, M.D.	2	46	2	23.0	2	34	1,016	15	0
10	Adhiatma, A.	2	19	1	9.5	2	24	127	5	0
11	Al-Hyari, K.	2	15	1	7.5	2	18	339	7	0
12	Amran, A.	2	41	2	20.5	2	119	3,151	31	0
13	Borges-Tiago, T.	2	53	1	26.5	2	48	758	12	0
14	Chakraborty, A.	2	34	2	17.0	2	52	654	12	0
15	Chowdhury, S.	2	31	2	15.5	2	46	1,235	15	0
16	Corvello, V.	2	145	2	72.5	2	55	1,057	15	1
17	Fachrunnisa, O.	2	19	1	9.5	2	268	2829	53	0
18	Fekete-Farkas, M.	2	18	2	9.0	2	933	2829	87	0
19	Ghobadian, A.	2	275	2	137.5	2	134	5,245	36	2
20	Gubán, Á.	2	10	2	5.0	2	10	39	4	0
21	Harini, S.	2	9	2	4.5	2	4	26	3	0
22	Hoang, T.D.L.	2	30	2	15.0	2	7	33	2	0
23	Hussain, F.K.	2	6	1	3.0	2	374	4,964	33	0
24	Kauppila, O.	2	4	1	2.0	2	21	213	8	0
25	Khan, I.S.	2	4	1	2.0	2	9	181	3	0
26	Khudyakova, L.S.	2	12	2	6.0	2	7	29	3	0
27	Kohar, U.H.A.	2	5	2	2.5	2	30	146	5	0
28	Kumar, R.	2	103	2	51.5	2	46	992	15	1

29	Kurniawati, E.	2	5	2	2.5	2	19	92	5	0
30	Majava, J.	2	4	1	2.0	2	37	391	9	0

Own elaboration based on Scopus 2023. R, ranking; TCDTS, TPDS and HDS, total citation, papers and H-index in DTS field; ACP average citations per author paper in DTS field; D4: 2012-2023; TC and TP, total citations and papers received by each author (includes papers in other research fields); H, H-index of each author (includes documents in other research fields); T30, number of papers in *Error! No se encuentra el origen de la referencia.* by author.

Table 6 highlights the most prominent institutions in the field, with the University of Reading in the United Kingdom (UK) being a prominent figure for its productivity and significant impact on citations. The University of Zagreb in Croatia (CRC) also stands out in terms of productivity, although with a lower citation impact, closely followed by the University of Aston (UK). Other notable institutions include the Università degli Studi di Torino, the Universitas Islam Indonesia, the Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, and Kent State University. Although these latter institutions do not match the number of publications of the first-mentioned institutions, they have achieved a considerable impact with the contributions of their academics.

The QS World University Rankings sustainability index is added to this table, and Quacquarelli Symonds publishes an annual assessment of 800 universities worldwide. The ranking highlights universities that effectively address environmental, social, and governance (ESG) challenges. However, only half of the institutions presented are included in this ranking; nevertheless, the top five universities and other European universities are included. Therefore, this indicator could suggest that institutions most committed to addressing ESG challenges are more inclined to drive research in the field of DTS in SMEs.

Table 6. Top 30 most productive institutions in the field.

R	Organization Name	Cou ntry	TPD TS	TCD TS	HDT S	≥5	≥25	≥50	≥100	D4	TP	TC	H	Ran king QS
1	University of Reading	UK	10	762	8	0	4	0	4	10	1894	32647	95	61
2	University of Zagreb	CRC	10	41	4	4	0	0	0	10	2519	16392	57	451-500
3	Aston University	UK	8	310	6	2	2	0	2	8	2858	50768	107	601+
4	Universiti Sains Malaysia	MLY	6	69	4	3	1	0	0	6	4235	48068	83	136
5	Universiti Teknologi MARA	MLY	6	33	4	2	0	0	0	6	3399	18231	49	361-380
6	Free University of Bozen-Bolzano	ITL	6	134	3	1	0	0	1	6	932	18034	73	-
7	LUT University	FLD	5	165	3	0	0	0	0	5	855	12966	53	-
8	Università degli Studi di Firenze	ITL	5	28	3	3	0	0	0	5	257	1790	26	-
9	Universiti Utara Malaysia	MLY	4	19	2	1	0	0	0	4	3468	29167	59	-
10	Durban University of Technology	SAF	4	7	1	1	0	0	0	4	701	2732	25	-
11	Universiti Teknologi Malaysia	MLY	4	6	2	1	0	0	0	4	6795	63477	77	181-190
12	Politecnico di Milano	ITL	4	55	3	1	1	0	0	4	4169	62007	116	401-450
13	Aarhus Universitet	DMK	4	77	3	2	1	0	0	4	73	717	16	-
14	Kent State University	USA	4	216	3	1	0	1	1	4	2006	23377	93	601+
15	King Mongkut's University of Technology North Bangkok	THL	4	9	4	1	0	0	0	9	249	2176	23	-
16	Universitas Islam Indonesia	IDS	4	259	3	2	0	0	1	4	1089	4239	26	-
17	Symbiosis International Deemed University	IND	4	2	1	0	0	0	0	4	947	7420	33	-
18	University of Economics Ho Chi Minh City	VTM	4	5	1	0	0	0	0	4	1893	23658	66	-
19	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	GER	3	220	3	1	1	0	1	3	619	5592	37	261-280
20	University of Glasgow	UK	3	10	2	1	0	0	0	3	8130	92487	121	13
21	University of South Africa	SAF	3	17	2	2	0	0	0	3	26412	165494	157	-
22	Universitat de València	SPN	3	6	2	0	0	0	0	3	2805	31610	73	341-360
23	Universidad de Málaga	SPN	3	195	2	0	0	1	1	3	672	5023	43	-

24	Università degli Studi di Salerno	ITL	3	23	3	3	0	0	0	3	142	1091	22	-
25	Vaasan Yliopisto	FLD	3	12	2	1	0	0	0	3	10	265	9	-
26	Luleå University of Technology	SWE	3	30	2	0	1	0	0	3	1629	30185	100	-
27	Jilin University	CHN	3	9	2	0	0	0	0	3	1998	20638	70	551-600
28	University of South Florida, Tampa	USA	3	40	3	1	0	0	0	3	1864	38456	113	-
29	Osnabrück University	GER	3	156	3	0	0	0	1	3	486	4254	44	-
30	Università degli Studi di Torino	ITL	3	383	3	1	0	0	1	3	273	3497	34	-

Own elaboration based on Scopus 2023. R, ranking; TPDS and TCDTS; HDS, total papers, citation and H-index in DTS field; citation and H-index in IAE field; ≥100, ≥50, ≥25, ≥5, number of paper with more than 100, 50, 25, and 5 citations; D4: 2012-2023; TP and TC, total papers in business and management and citations received by institutions in this area; H, H-index of institution in business and management; Ranking QS social and environmental sustainability performance in higher education institutions. MLY, Malaysia. SAF, South Africa. ITL, Italy. DMK, Denmark. USA, United States. THL, Thailand. IDS, Indonesia. IND, India. VTM, Vietnam. GER, Germany. UK, United Kingdom. SPN, Spain. FL, Finland. SWE, Sweden. CHN, China.

Table 7 presents the most prominent countries in terms of productivity in the field, led by the United Kingdom, closely followed by China, Indonesia, Italy, and India. These nations stand out for their productivity and the significant impact of their publications in terms of citations. The case of the United Kingdom is particularly exceptional, as the level of citations is more than double that of the second country in the ranking, demonstrating its leadership in the field.

It is crucial to highlight the role of emerging countries in this ranking, as almost half of the mentioned countries belong to this group. Additionally, Table 7 incorporates the Frontier Technologies Readiness Index (FTRI), a United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) index that evaluates countries' readiness for cutting-edge technologies. This index is based on five criteria: deployment of information and communication technologies (ICT), skills, research and development (R&D) activity, industry activity, and access to finance.

It is relevant to note that five of these countries are among the top ten in the FTRI ranking, eight within the top 25, and twelve within the top 50. In other words, most countries in this top 30 obtain good rankings in the FTRI. Therefore, it can be inferred that there is a close

relationship between research results in this area and the level of readiness of these territories to address technological frontiers.

Table 7. Top 30 most productive countries in the field

R	Country	TPDTS	TCDTS	HDTs	≥5	≥25	≥50	≥100	D1	D2	D3	D4	FTRI
1	United Kingdom	54	2132	21	18	5	2	9	0	0	5	49	17
2	China	49	983	14	14	7	2	1	0	0	1	48	35
3	Indonesia	47	583	9	11	1	2	1	0	0	0	47	85
4	Italy	45	1441	17	17	3	2	6	0	1	2	42	25
5	India	44	550	9	5	5	0	2	0	0	1	43	46
6	Malaysia	35	524	8	8	2	0	1	0	0	0	35	32
7	United States	27	674	12	8	3	1	2	0	0	4	23	1
8	Germany	25	472	7	3	2	2	0	0	1	0	24	7
9	Russian Federation	25	358	6	5	1	1	0	0	0	0	25	31
10	Australia	22	258	9	7	4	0	0	0	0	3	19	12
11	Spain	18	330	6	4	3	1	1	0	0	0	18	21
12	Czech Republic	16	162	8	6	2	0	0	0	0	1	15	30
13	South Africa	15	59	5	5	0	0	0	0	0	0	15	56
14	Finland	14	272	6	3	1	2	0	0	0	0	14	8
15	France	14	226	7	4	3	0	0	0	0	0	14	15
16	Canada	11	135	4	3	0	0	1	0	0	0	16	11
17	Portugal	10	130	4	1	2	1	0	0	0	0	10	33
18	Romania	11	69	4	3	1	0	0	0	0	0	11	45
19	Thailand	10	122	4	3	0	1	0	0	0	0	10	49
20	Viet Nam	10	45	3	1	1	0	0	0	0	0	10	62
21	Hungary	9	64	4	4	0	0	0	0	0	0	9	36
22	Pakistan	9	99	4	1	2	0	0	0	0	0	9	125
23	Poland	9	68	5	5	0	0	0	0	0	0	9	27
24	Sweden	9	127	4	1	0	1	0	0	0	0	9	2
25	United Arab Emirates	8	35	3	2	0	0	0	0	0	0	8	37
26	Brazil	7	251	4	2	0	0	1	0	0	0	7	40
27	Denmark	7	135	5	3	2	0	0	0	0	0	7	16

28	Norway	7	127	3	0	3	0	0	0	0	0	7	13
29	Switzerland	7	21	3	1	0	0	0	0	0	0	7	4
30	Austria	6	339	4	1	1	0	2	0	0	0	6	24

Own elaboration based on Scopus 2023. R, ranking; TPPTS, TCDTS and HPTS, total papers, citation and H-index in IAE field; ≥ 100 , ≥ 50 , ≥ 25 , ≥ 5 , number of papers with more than 100, 50, 25, and 5 citations; D1: 1981-1991; D2: 1992-2001; D3: 2002-2011; D4: 2012-2023. FTRI, Frontier technologies readiness index.

3.1. SCIENTIFIC MAPPING OF RESEARCH IN DTS FIELD

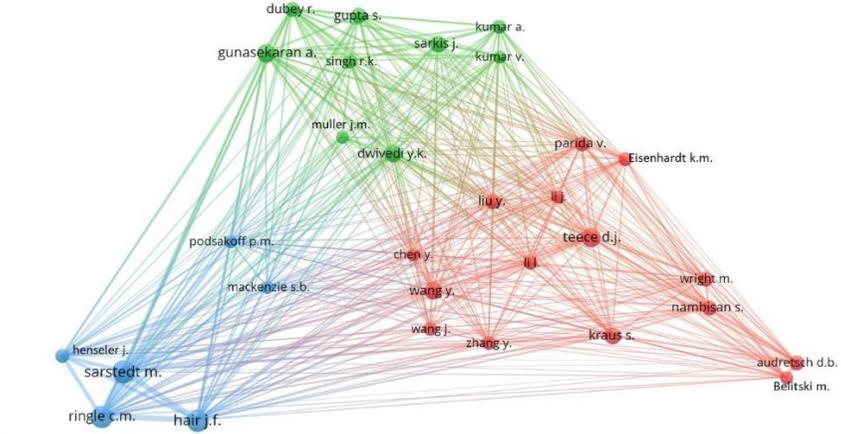
To strengthen this research, scientific mapping is integrated, whose purpose is to expose both the structural and dynamic aspects inherent in a specific research area (Gaviria-Marin et al., 2018). Likewise, it highlights the fundamental relationships that shape the research (Donthu et al., 2021). This analytical approach enables the identification of key documents and facilitates the analysis of the most notable structures and connections among the participating agents in this field. The analysis uses techniques such as co-citation and co-occurrence of keywords.

The co-citation technique analyzes authors, journals, and countries that publish in the area. The analysis of author co-citation seeks to show the structure and connections of the most frequently cited authors (White & Griffith, 1981). Figure 1 presents the results of this analysis, developed with a threshold of fifty citations and three hundred fifty-five representative connections.

Figure 2 exhibits three clusters where the relevance of various authors is confirmed. On the one hand, authors such as Gunasekaran, Gupta, Dubey, and Dwivedi stand out for their focus on management, supply chain, operations, and information technologies. On the other hand, Teece, Kraus, Parida, and Wang focus on business strategy, innovation, and knowledge management. Finally, Ringle, Hair, and Sarstedt are recognized for advancing the methodologies and statistical techniques used in business science research, significantly contributing to the development and application of quantitative methods, especially in structural equation modeling. Therefore, this analysis provides a comprehensive

mapping of the contribution of these authors, covering technical, strategic, and methodological aspects.

Figure 2 Author co-citation mapping



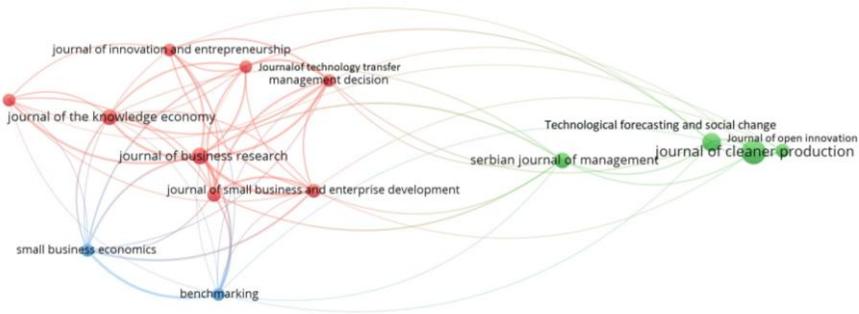
Source: Own elaboration with VosViewer

The co-citation analysis was extended to the most prominent journals in the field, as illustrated in Figure 3. A criterion of inclusion of at least four documents per journal was applied, generating one hundred eighty-one connections and revealing mainly three clusters. First, a cluster with significant nodes hosting journals such as "Technological Forecasting and Social Change" (TFSC), "Journal of Cleaner Production" (JCP), and "Serbian Journal of Management" (SJM) was identified. Despite the interdisciplinary diversity of these journals, their connection can be inferred through their impact on technological management and social and environmental areas.

On the other hand, the cluster with the highest number of connections highlights the central influence of two journals: "Journal of Knowledge Economy" (JKE) and "Journal of Business Research" (JBR). These specialized publications focus on research that analyzes the crucial role of information and knowledge in strategic decision-making and business

performance. Finally, the smallest cluster includes "Small Business Economics" (SBE) and "Benchmarking: An International Journal" (BEN). These journals are characterized by exploring fundamental topics such as operational efficiency, innovation, financing, and other essential aspects for the success and development of small and medium-sized enterprises.

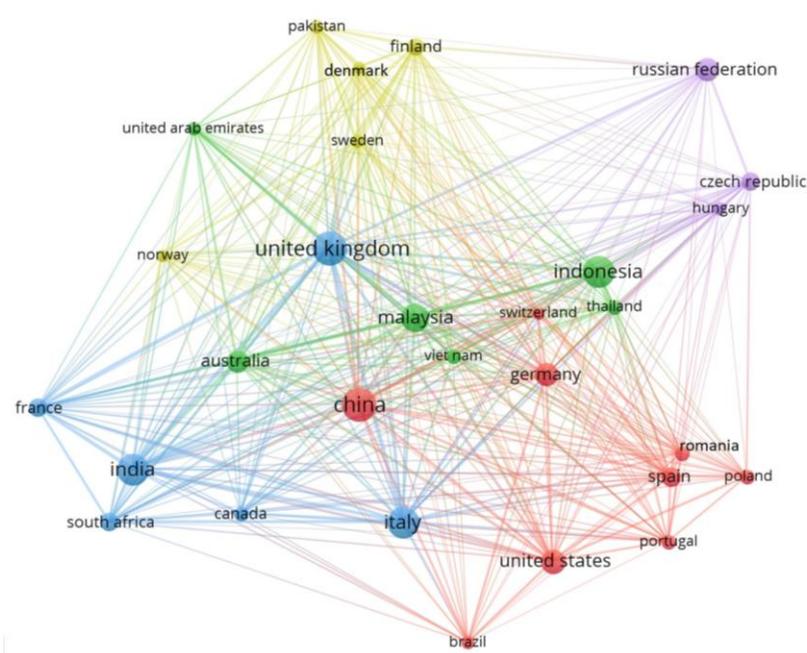
Figure 3. Journal co-citation mapping



Source: Own elaboration with VosViewer

Continuing with the co-citation analysis between countries, Figure 4 presents the grouping of forty countries into six clusters, resulting in six hundred thirty-nine connections. Standing out in the network, the most significant node is led by the United Kingdom, as revealed in the country performance analyses. This leadership is reflected in the influence of British publications, a trend closely followed by India and Italy. Another prominent cluster is led by China, the United States, Germany, and other Western nations, indicating significant collaboration in shared research. It is also relevant to note the presence of clusters that encompass countries from Asia and the Middle East, such as Malaysia, Indonesia, and the United Arab Emirates, as well as Nordic and Eastern European countries. These findings underscore the geographical diversity and international collaboration in research, highlighting the importance of the contribution of different regions of the world in the studied field.

Figure 4. Country co-citation mapping



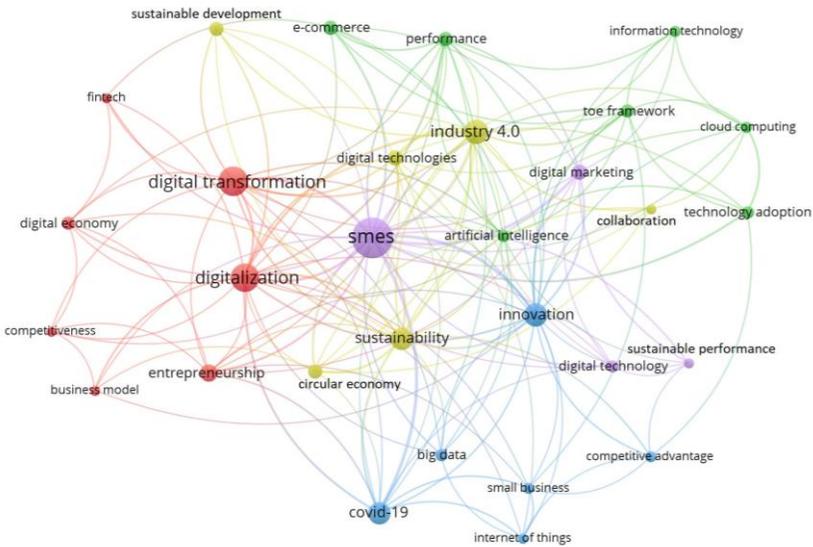
Source: Own elaboration with VosViewer

Next, the co-occurrence analysis of keywords is presented, a technique that explores the actual content of publications (Gaviria-Marin et al., 2019). Similar to co-citation, this analysis examines the thematic relationship between words that frequently appear together, based especially on "author keywords." In their absence, notable words can also be extracted from "article titles," "abstracts," and "full texts" for analysis (Donthu et al., 2021). This study prioritized author keywords, establishing a minimum frequency of seven repetitions, which generated thirty-six interconnected keywords in three hundred-four connections.

In this analysis, the word SMEs stands out as the main node, where various clusters are grouped, as shown in Figure 5. The red cluster reveals concepts related to digital transformation, digital economy, and associated business models, emphasizing the emergence of new forms of

entrepreneurship. The yellow cluster mainly focuses on the relationship with sustainability, incorporating the circular economy as an integral part of the Industry 4.0 approach. On the other hand, the green cluster is an interesting one in the middle of AI and is related to e-commerce, information technology, cloud computing, and technology adoption, all topics related to the evolution and applications of digital transformation. Finally, the blue cluster introduces concepts related to innovation management to achieve competitive advantages in this context. This analysis provides a detailed view of the interrelationships and key thematic areas in the field of DTS in SMEs, highlighting the complexity and diversity of its technological and business implications.

Figure 5. Keyword co-occurrence mapping



Source: Own elaboration with VosViewer

3. CONCLUSIONS

The DT in SMEs has emerged as an expanding area of study, where various approaches have been developed to leverage technology to increase productivity, refine decision-making processes, and drive sustainable growth in organizations. This study conducts a comprehensive bibliometric analysis of the field, evidencing an exponential growth in publications on digital transformation and sustainability in SMEs over the last five years, reaching over 160 articles in 2023. Therefore, this increase reflects a growing and relevant interest in this research area.

The analysis of citations and impact reveals that the United Kingdom leads scientific production in this topic, with notable contributions from emerging countries such as China, India, and Indonesia. Among the most productive journals, those specialized in technological forecasting, innovation, entrepreneurship, and sustainability stand out, with JCP and TFSC being the most influential.

The information related to a quick visualization of the content of the articles that are generated within the DT can be seen in Figure 5, which, through the keywords, allows us to visualize the existing relationships between them and generate clusters. Among the most relevant information, we find how DT, on the one hand, is related to competitiveness, entrepreneurship, and business model, which allows us to identify how DT is a key element within SMEs to increase their participation and lifetime in the market. On the other hand, the cluster related to sustainability, sustainable development, circular economy, and industry 4.0 demonstrates how DT is a key aspect to achieving the goals proposed worldwide, such as compliance with the Sustainable Development Goals (SDG) proposed by the United Nations.

The third cluster is related to AI, technological adoption, cloud computing, and e-commerce, which is quite interesting since being a study that includes SMEs within its keywords; it means that these elements are not being an element exclusive of large companies but research views these

elements as something that must be developed in all companies, including SMEs, which will allow them to improve their processes and reach a more significant number of markets. Finally, we find the cluster related to innovation, IoT, and big data, which is related to how we use tools, processes, software, data, and information in general within companies since today it is necessary not only to generate but also to know how to use it appropriately.

These findings suggest the need to persist in research on the facilitators and barriers to implementing DT initiatives in SMEs, considering their limited resources and diverse contexts. Likewise, it is essential to generate more empirical evidence on the tangible effects of these initiatives on economic, social, and environmental dimensions. Finally, a promising path for future research is envisioned, focused on specific proposals for models, strategies, and policies that drive the DT of SMEs.

4. REFERENCES

- Alshamaila, Y., Papagiannidis, S., & Li, F. (2013). Cloud computing adoption by SMEs in the north east of England: A multi-perspective framework. *Journal of Enterprise Information Management*, 26(3), 250-275.
<https://doi.org/10.1108/17410391311325225>
- Angelov, P. P., Soares, E. A., Jiang, R., Arnold, N. I., & Atkinson, P. M. (2021). Explainable artificial intelligence: An analytical review. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 11(5), e1424.
- Benitez, G. B., Ayala, N. F., & Frank, A. G. (2020). Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. *International Journal of Production Economics*, 228, 107735.
- Brynjolfsson, E., & Hitt, L. M. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 23-48.
<https://doi.org/10.1257/JEP.14.4.23>
- Chatterjee, S., Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., & Baabdullah, A. M. (2021). Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120880.

- Dayioğlu, M. A., & Türker, U. (2021). Digital transformation for sustainable future-agriculture 4.0: A review. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(4), 373-399. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.986431>
- Denicolai, S., Zucchella, A., & Magnani, G. (2021). Internationalization, digitalization, and sustainability: Are SMEs ready? A survey on synergies and substituting effects among growth paths. *Technological Forecasting and Social Change*, 166, 120650.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133(April), 285-296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Durach, C. F., Blesik, T., von Düring, M., & Bick, M. (2021). Blockchain Applications in Supply Chain Transactions. *Journal of Business Logistics*, 42(1), 7-24. <https://doi.org/10.1111/JBL.12238>
- Ferrari, A., Bacco, M., Gaber, K., Jedlitschka, A., Hess, S., Kaipainen, J., Koltsida, P., Toli, E., & Brunori, G. (2022). Drivers, barriers and impacts of digitalisation in rural areas from the viewpoint of experts. *Information and Software Technology*, 145(May 2021), 106816. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106816>
- Galliers, R. D., & Leidner, D. E. (2014). Strategic information management: Challenges and strategies in managing information systems. *Strategic Information Management: Challenges and Strategies in Managing Information Systems*, 1-556. <https://doi.org/10.4324/9781315880884/STRATEGIC-INFORMATION-MANAGEMENT-ROBERT-GALLIERS-DOROTHY-LEIDNER>
- Gaviria-Marin, M., Merigó, J. M., & Baier-Fuentes, H. (2019). Knowledge management: A global examination based on bibliometric analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 140(July 2018), 194-220. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.006>
- Gaviria-Marin, M., Merigó, J. M., & Popa, S. (2018). Twenty years of the Journal of Knowledge Management: A bibliometric analysis. *Journal of Knowledge Management*, 22(8), 1655-1687. <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2017-0497>

- Jansson, J., Nilsson, J., Modig, F., & Hed Vall, G. (2017). Commitment to Sustainability in Small and Medium-Sized Enterprises: The Influence of Strategic Orientations and Management Values. *Business Strategy and the Environment*, 26(1), 69-83. <https://doi.org/10.1002/bse.1901>
- Karant, S., Benefo, E. O., Patra, D., & Pradhan, A. K. (2023). Importance of artificial intelligence in evaluating climate change and food safety risk. *Journal of Agriculture and Food Research*, 11, 100485.
- Li, W., Liu, K., Belitski, M., Ghobadian, A., & O'Regan, N. (2016). e-Leadership through strategic alignment: An empirical study of small- and medium-sized enterprises in the digital age. *Journal of Information Technology*, 31(2), 185-206. <https://doi.org/10.1057/jit.2016.10>
- Lu, H. T., Li, X., & Yuen, K. F. (2023). Digital transformation as an enabler of sustainability innovation and performance – Information processing and innovation ambidexterity perspectives. *Technological Forecasting and Social Change*, 196(April). <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122860>
- Madzík, P., Falát, L., Copuš, L., & Valeri, M. (2023). Digital transformation in tourism: Bibliometric literature review based on machine learning approach. *European Journal of Innovation Management*, 26(7), 177-205. <https://doi.org/10.1108/EJIM-09-2022-0531>
- Mura, M., Longo, M., Micheli, P., & Bolzani, D. (2018). The Evolution of Sustainability Measurement Research. *International Journal of Management Reviews*, 20(3), 661-695. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12179>
- Qasim, M. (2017). Sustainability and Wellbeing: A Scientometric and Bibliometric Review of the Literature. *Journal of Economic Surveys*, 31(4), 1035-1061. <https://doi.org/10.1111/joes.12183>
- Rodič, B. (2017). Industry 4.0 and the new simulation modelling paradigm. *Organizacija*, 50(3), 193-207.
- Schallmo, D., Williams, C. A., & Boardman, L. (2017). Digital transformation of business models-best practice, enablers, and roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 21(8). <https://doi.org/10.1142/S136391961740014X>

- Shang, Y., Zhou, S., Zhuang, D., Żywiołek, J., & Dincer, H. (2024). The impact of artificial intelligence application on enterprise environmental performance: Evidence from microenterprises. *Gondwana Research*, *131*, 181-195.
- Trenkle, J. (2020). Digital Transformation in Small and Medium-Sized Enterprises. En *Digital Transformation in Small and Medium-Sized Enterprises*. <https://doi.org/10.5771/9783748922131>
- Troise, C., Corvello, V., Ghobadian, A., & O'Regan, N. (2022). How can SMEs successfully navigate VUCA environment: The role of agility in the digital transformation era. *Technological Forecasting and Social Change*, *174*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121227>
- White, H. D., & Griffith, B. C. (1981). Author co-citation: A literature measure of intellectual structure. *Journal of the American Society for Information Science*, *32*(3), 163-171. <https://doi.org/10.1002/asi.4630320302>
- Wickramasinghe, N., & Sharma, S. K. (2005). Key factors that hinder SMEs in succeeding in today's knowledge-based economy. *International Journal of Management and Enterprise Development*, *2*(2), 141-158. <https://doi.org/10.1504/IJMED.2005.006308>
- Zhang, X. e., Teng, X., Le, Y., & Li, Y. (2023). Strategic orientations and responsible innovation in SMEs: The moderating effects of environmental turbulence. *Business Strategy and the Environment*, *32*(4), 2522-2539. <https://doi.org/10.1002/bse.3283>

*Este libro se terminó de elaborar en diciembre de 2024
en la ciudad de Sevilla, bajo los cuidados de
Francisco Anaya Benítez, director de Egregius editorial.*

