

Distributed Cognition in Hybrid Learning Environments: Theoretical Foundations for Technology-Mediated Education

Ingrid Lorena Rodriguez Mendez¹ ; Jorge Enrique Saby Beltrán² 

¹Universidad Católica de Manizales (UCM), Colombia, lorome22@gmail.com

² Universidad Católica de Manizales (UCM), Colombia, jesabybe@gmail.com

Abstract– *The increasing technological mediation in educational environments has substantially transformed teaching and learning processes, generating scenarios in which information processing occurs in a distributed manner among individuals, digital tools, and sociocultural contexts. Within this framework, this article aims to analyze Distributed Cognition as a relevant theoretical approach for understanding the organization and processing of information in hybrid and virtual educational environments. Based on a structured theoretical review and a critical analysis of the main conceptual developments of Distributed Cognition, this study examines its historical evolution, philosophical foundations, and core concepts, as well as its articulation with learning theories, metacognition, self-regulation, and multimedia learning. The analysis highlights how cognition is configured as a dynamic system that integrates human agents, technological artifacts, and social structures, promoting collaborative knowledge construction processes. The findings suggest that Distributed Cognition provides a solid interpretative framework for understanding technology-mediated learning and for guiding the design of educational environments that optimize information processing. Finally, the pedagogical implications, limitations, and future research directions of this approach are discussed, emphasizing its potential contribution to the development of educational strategies aligned with the demands of 21st-century education.*

Keywords-- *Distributed Cognition, Information Processing, Hybrid Learning, Educational Technology, Collaborative Learning.*

Cognición Distribuida en Entornos Híbridos de Aprendizaje: Fundamentos Teóricos en Educación Mediada por Tecnología

Ingrid Lorena Rodriguez Mendez¹ ; Jorge Enrique Saby Beltrán² 

¹Universidad Católica de Manizales (UCM), Colombia, lorome22@gmail.com

² Universidad Católica de Manizales (UCM), Colombia, jesabybe@gmail.com

Resumen– La creciente mediación tecnológica en los entornos educativos ha transformado de manera sustancial los procesos de enseñanza y aprendizaje, generando escenarios donde el procesamiento de la información ocurre de forma distribuida entre individuos, herramientas digitales y contextos socioculturales. En este marco, el presente artículo tiene como propósito analizar la Cognición Distribuida como un enfoque teórico pertinente para comprender la organización y el procesamiento de la información en entornos educativos híbridos y virtuales. A partir de una revisión teórica estructurada y un análisis crítico de los principales desarrollos conceptuales de la cognición distribuida, se examina su evolución histórica, sus fundamentos filosóficos y sus núcleos conceptuales, así como su articulación con teorías del aprendizaje, la metacognición, la autorregulación y el aprendizaje multimedia. El estudio permite identificar cómo la cognición se configura como un sistema dinámico que integra agentes humanos, artefactos tecnológicos y estructuras sociales, favoreciendo procesos de construcción colaborativa del conocimiento. Los resultados del análisis evidencian que la Cognición Distribuida ofrece un marco interpretativo sólido para comprender el aprendizaje mediado por tecnología, al tiempo que orienta el diseño de entornos educativos que optimizan el procesamiento de la información. Finalmente, se discuten sus implicaciones pedagógicas, limitaciones y proyecciones investigativas, destacando su potencial para el desarrollo de estrategias formativas acordes con las demandas educativas del siglo XXI.

Palabras claves: Cognición Distribuida, Procesamiento de la Información, Aprendizaje Híbrido, Tecnología Educativa, Aprendizaje Colaborativo.

I. INTRODUCCIÓN

El procesamiento de la información constituye uno de los pilares fundamentales del aprendizaje en contextos educativos contemporáneos. Desde las primeras formulaciones de la ciencia cognitiva, el presente proceso fue comprendido principalmente como una actividad interna del individuo, asociada a mecanismos de memoria, atención y razonamiento [1], [2]. No obstante, los avances teóricos de las últimas décadas han cuestionado esta concepción reduccionista, dando lugar a enfoques que reconocen la participación del entorno, las herramientas y las interacciones sociales en la construcción del conocimiento.

Ante ello, la cognición distribuida, desarrollada por Hutchins [3], [4], sostiene que los procesos cognitivos no se

localizan exclusivamente en la mente individual, sino que se organizan a través de sistemas compuestos por personas, artefactos y contextos socioculturales. Desde esta perspectiva, la cognición se entiende como un fenómeno sistémico que emerge de la interacción funcional entre agentes humanos y no humanos [5], [6], visión especialmente relevante para el análisis del aprendizaje en entornos híbridos, donde el conocimiento se construye mediante redes distribuidas de interacción.

En el ámbito educativo, la cognición distribuida permite interpretar el aprendizaje como un proceso que trasciende la actividad mental individual, incorporando el papel activo de herramientas digitales, plataformas colaborativas, simuladores y comunidades virtuales. Tal como señalan National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine [7], el aprendizaje se encuentra profundamente influenciado por los contextos, las tecnologías y las prácticas sociales en las que se desarrolla, lo que refuerza la pertinencia de enfoques cognitivos situados y distribuidos para comprender la educación contemporánea. No obstante, a pesar de la solidez teórica de la cognición distribuida, su aplicación conceptual en el campo de la educación híbrida aún presenta limitaciones. Gran parte de la literatura ha abordado este enfoque desde contextos organizacionales, técnicos o experimentales, mientras que su integración sistemática en modelos educativos híbridos permanece fragmentada. Esta situación ha generado una brecha en la comprensión de cómo se distribuyen los procesos cognitivos en escenarios donde convergen modalidades presenciales y digitales, y donde la interacción entre sujetos, tecnologías y contenidos redefine constantemente la experiencia de aprendizaje.

El proceso investigativo que da origen al presente marco teórico se inició con una revisión sistemática y estructurada de literatura científica, orientada a identificar los desarrollos conceptuales, aplicaciones educativas y vacíos investigativos asociados a la cognición distribuida en contextos educativos mediados por tecnología. La búsqueda se desarrolló en bases de datos de alto impacto académico, mediante ecuaciones booleanas estructuradas a partir de una taxonomía conceptual, lo que permitió conformar un corpus documental amplio y pertinente. La información fue organizada mediante matrices analíticas que facilitaron la identificación de tendencias,

limitaciones metodológicas y oportunidades de integración conceptual. Procedimiento que tuvo como finalidad la construcción rigurosa del marco teórico que sustenta el presente estudio.

A partir de este proceso se evidenció que, si bien la cognición distribuida constituye un marco sólido para comprender la organización social y tecnológica del conocimiento, su articulación específica con los entornos híbridos de aprendizaje aún requiere un mayor desarrollo teórico. En particular, se identificó la necesidad de fortalecer modelos conceptuales que expliquen cómo se distribuyen, coordinan y transfieren los procesos cognitivos cuando los estudiantes alternan entre espacios físicos y digitales, y cuando las tecnologías actúan no solo como mediadores, sino como componentes activos del sistema cognitivo.

En este contexto, el objetivo del presente artículo es integrar y problematizar los fundamentos teóricos de la cognición distribuida en el marco de los entornos híbridos de aprendizaje, con el fin de formular un marco conceptual que permita explicar la organización, distribución y mediación de los procesos de procesamiento de la información en escenarios educativos mediados por tecnología. El trabajo adopta un enfoque teórico-analítico sustentado en literatura especializada, orientado a describir, contrastar e integrar los principales aportes del enfoque de cognición distribuida en relación con la educación híbrida, sin pretender una validación empírica directa. Resultando especialmente relevante en un momento en que las instituciones educativas enfrentan el desafío de diseñar experiencias formativas coherentes con la naturaleza distribuida del conocimiento. Comprender el aprendizaje desde la cognición distribuida permite reinterpretar el rol de estudiantes y docentes, reconociendo a las tecnologías como agentes cognitivos que participan activamente en la construcción del conocimiento.

II. INICIO DEL PROCESO INVESTIGATIVO

El proceso investigativo que da origen al presente marco teórico se inició con una revisión sistemática y estructurada de literatura científica, orientada a delimitar el estado del conocimiento sobre cognición distribuida en contextos educativos mediados por tecnología desarrollada conforme a los lineamientos establecidos por Moher et al. [8]. La pregunta rectora que guio el presente proceso fue: ¿Qué avances y vacíos se registran en la literatura respecto a la cognición distribuida en contextos híbridos de aprendizaje? la búsqueda se desarrolló en bases de datos de alto impacto académico — Scopus, Web of Science, ScienceDirect, ERIC y ProQuest. Se emplearon operadores booleanos (AND, OR, NOT) con el objetivo de formular la siguiente ecuación de búsqueda: (Socially distributed cognition OR Extended cognition OR Distributed social learning) AND (Hybrid education OR Hybrid learning OR Flexible learning OR Blended learning OR Hybrid learning models OR Mixed education). Ante la escasez de estudios que integraran el constructo en contextos

híbridos, se amplió la búsqueda hacia el ámbito de la educación superior mediante dos ecuaciones adicionales: (Socially distributed cognition OR Extended cognition OR Distributed social learning OR Distributed cognition).

Los criterios de inclusión contemplaron:

- 1) Publicaciones académicas con arbitraje (artículos, tesis doctorales, actas de congresos).
- 2) Periodo comprendido entre 2015 y 2025, con la incorporación de estudios seminales previos para sostener el marco conceptual básico.
- 3) Pertinencia directa con los constructos de la cognición socialmente distribuida (CSD) en contextos educativos.
- 4) Aplicabilidad explícita o potencial a escenarios híbridos o mediados por tecnología.
- 5) Se excluyeron los documentos sin arbitraje, la literatura gris y aquellos que, aunque mencionaban los constructos, no los abordaban desde una perspectiva educativa.

La búsqueda arrojó un total de 302 publicaciones. Tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, así como la eliminación de registros duplicados, se consolidó el corpus definitivo de análisis, el cual fue sistematizado mediante el software Zotero (v. 6.0). El flujo del proceso de identificación, cribado, idoneidad e inclusión de los documentos se presenta en la Fig. Diagrama de flujo del proceso de selección y depuración documental. Para optimizar la organización, se generaron bibliotecas temáticas diferenciadas y un sistema de etiquetado multidimensional que permitió ordenar el material en ocho matrices analíticas. Cada matriz incluyó las siguientes categorías de análisis: Datos bibliométricos (autor, año, filiación), Marco teórico-conceptual, Diseño metodológico, Principales hallazgos, Áreas de aplicación, Limitaciones reportadas y Potencial de transferencia a contextos híbridos.

El presente proceso permitió una lectura comparada entre los estudios, haciendo visibles ciertos vacíos importantes. En particular, se observa que, aunque la Cognición Distribuida ha sido ampliamente abordada en distintos campos, su articulación específica con entornos híbridos de aprendizaje sigue siendo limitada. Dicha situación resulta llamativa si se considera el potencial de este enfoque para explicar dinámicas de aprendizaje mediadas por tecnología.

A sí mismo, a partir del corpus consolidado, se realizó un análisis descriptivo que permitió identificar una mayor presencia de publicaciones en el periodo comprendido entre 2018 y 2024, lo que sugiere un interés creciente en el tema, especialmente en relación con la incorporación de tecnologías digitales en los procesos educativos. Al revisar la autoría, se reconoce la influencia de referentes como Hutchins [3], Hollan [5], Carroll [9] y Clark [10], cuyos trabajos han marcado el desarrollo conceptual del campo, particularmente en su vínculo con la interacción humano-computador.

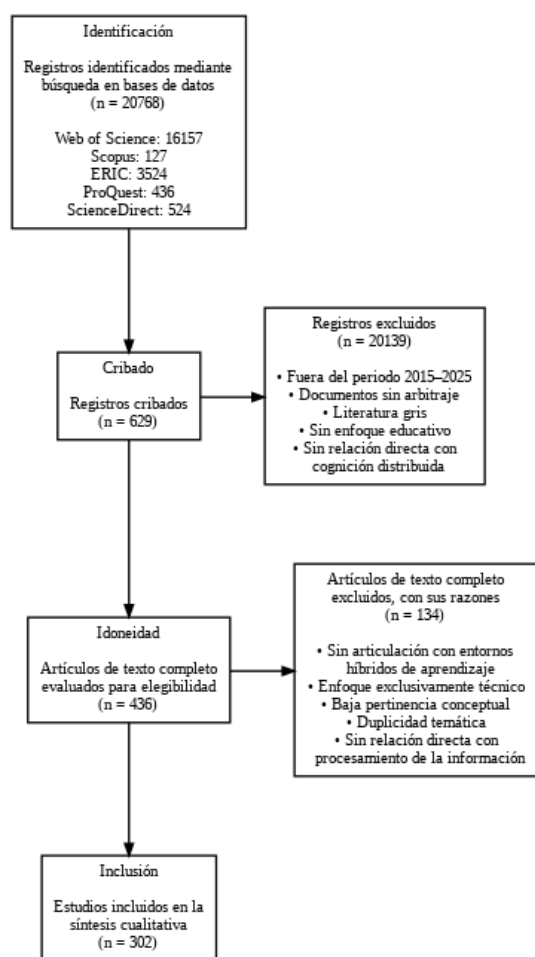


Fig. 1 Diagrama de flujo del proceso de selección y depuración documental.

En cuanto a la procedencia de los estudios, se observa una concentración en contextos como Estados Unidos, Europa y Asia, mientras que la producción en América Latina es considerablemente menor, advirtiendo una brecha que abre oportunidades para el desarrollo de investigaciones situadas en contextos regionales. Por otra parte, al analizar las áreas de aplicación, se identifican tres grandes tendencias: estudios orientados a la interacción humano-computador y sistemas distribuidos, investigaciones en aprendizaje colaborativo en educación superior y trabajos centrados en modelación y simulación de procesos cognitivos. De igual manera, el análisis permitió reconocer estudios con base empírica que muestran cómo la cognición distribuida opera en contextos reales.

En el ámbito tecnológico, se encuentran investigaciones que evidencian el papel activo de los sistemas en la configuración de los procesos cognitivos. En paralelo, enfoques como DiCoT (Distributed Cognition for Teamwork) permiten comprender cómo la toma de decisiones se distribuye entre múltiples actores y artefactos en entornos colaborativos [11].

En el campo educativo, diversos estudios han mostrado que el uso de plataformas digitales y dinámicas de trabajo colaborativo favorece la construcción compartida del conocimiento, en línea con los postulados del constructivismo social y el aprendizaje situado [12]. Asimismo, investigaciones en entornos mediados por tecnología evidencian que la interacción entre estudiantes, herramientas digitales y recursos multimedia contribuye a la distribución de los procesos cognitivos en escenarios de aprendizaje [7]. Sin embargo, también se hace evidente que muchas de estas aproximaciones permanecen en escenarios técnicos o experimentales, sin una integración clara en contextos de aprendizaje híbrido. Esta situación refuerza la necesidad de avanzar hacia propuestas conceptuales más integradoras que permitan articular los desarrollos existentes con prácticas educativas mediadas por tecnología.

III. RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA – COGNICIÓN DISTRIBUIDA

La teoría de la cognición distribuida, desarrollada por Hutchins [3], surge como una propuesta para ampliar el concepto tradicional de cognición, superando la visión que la restringe a los procesos internos del individuo. Desde esta perspectiva, la actividad cognitiva se comprende como un fenómeno que se extiende a través de las interacciones entre personas, artefactos y entornos. En esta línea, Anderson et al. señalan que la cognición está distribuida cuando “se extiende por el cerebro, el cuerpo no neuronal y, en muchos casos, por un entorno compuesto por objetos, herramientas, textos, individuos, grupos y estructuras sociales e institucionales” [13]. Esta definición constituye uno de los pilares para comprender la cognición como un sistema socio-técnico dinámico.

Para contextualizar el surgimiento, resulta necesario considerar el desarrollo histórico de la ciencia cognitiva. Gardner [1] describe que sus primeras raíces se encuentran en la filosofía y la psicología temprana. En particular, el dualismo cartesiano, propuesto por René Descartes, estableció una separación entre mente y cuerpo, otorgando primacía al pensamiento consciente como núcleo de la existencia humana. Aunque esta concepción marcó profundamente la filosofía moderna, también contribuyó a una comprensión fragmentada de los procesos mentales, al aislar la mente de su entorno corporal y social. Posteriormente, Wilhelm Wundt [14], al fundar el primer laboratorio de psicología experimental en 1879, consolidó la psicología como disciplina científica mediante el uso de métodos experimentales para el estudio de los procesos mentales. William James [2], desde la psicología funcional, amplió esta visión al resaltar el carácter adaptativo de los procesos mentales, introduciendo conceptos fundamentales relacionados con la conciencia, la atención, la memoria y el aprendizaje, los cuales siguen siendo relevantes en la investigación cognitiva contemporánea.

Durante las primeras décadas del siglo XX, el predominio del conductismo desplazó el estudio de los procesos mentales internos, privilegiando el análisis del comportamiento observable. Esta limitación metodológica fue superada con la denominada Revolución Cognitiva de la década de 1950, que reinstaló el interés por los procesos mentales y dio origen formal a la ciencia cognitiva. En este periodo, los aportes de Alan Turing [15] y el desarrollo de los primeros modelos computacionales de la mente influyeron significativamente en la comprensión del pensamiento como un sistema de procesamiento de información. Paralelamente, investigadores como George Miller y Jerome Bruner consolidaron el estudio experimental de la memoria, el lenguaje y el aprendizaje. En las décadas de 1970 y 1980, la ciencia cognitiva se configuró como un campo interdisciplinario que integró la psicología, la lingüística, la inteligencia artificial, la neurociencia, la antropología y la filosofía. Los aportes de Noam Chomsky [16], mediante la teoría de la gramática generativa, transformaron la comprensión del lenguaje y su relación con la mente. Asimismo, el avance de las técnicas de neuroimagen fortaleció el estudio de los correlatos neuronales del pensamiento, dando origen a la neurociencia cognitiva.

Es en este contexto de expansión teórica donde emergen enfoques que cuestionan la centralidad exclusiva del cerebro en la explicación de la cognición. Entre ellos, la cognición distribuida adquiere un papel fundamental al proponer que los procesos mentales deben comprenderse como fenómenos situados en sistemas compuestos por individuos, artefactos y entornos. Hutchins, en su obra *Cognition in the Wild* [4], demostró mediante el estudio de la navegación marítima que la resolución de problemas no puede atribuirse a un solo individuo, sino al sistema completo que integra personas, instrumentos y prácticas compartidas. Este trabajo estableció una base empírica sólida para la formulación de la cognición distribuida como una teoría central en la ciencia cognitiva.

Posteriormente, Hollan et al. [5] ampliaron este enfoque al proponer la cognición distribuida como fundamento para la investigación en interacción humano-computador, resaltando que los sistemas tecnológicos no solo median la cognición, sino que participan activamente en su configuración. Por su parte, Robbins y Aydede [6], en *The Cambridge Handbook of Situated Cognition*, integraron la cognición distribuida con otras aproximaciones situadas, consolidando una visión que entiende la mente como inseparable de su contexto físico, social y cultural. En el ámbito educativo contemporáneo, estos planteamientos adquieren una relevancia particular, especialmente en los entornos híbridos de aprendizaje, donde la cognición se configura a partir de la interacción simultánea entre estudiantes, docentes, plataformas digitales, recursos multimedia y espacios físicos. Desde esta perspectiva, la reconstrucción histórica de la cognición distribuida permite comprender que el aprendizaje en contextos híbridos no puede explicarse únicamente desde modelos individualistas, sino que

requiere ser interpretado como un proceso distribuido, dinámico y tecnológicamente mediado.

IV. FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DE LA COGNICIÓN DISTRIBUIDA

La teoría de la cognición distribuida parte de una concepción epistemológica que cuestiona los modelos internalistas de la mente, al proponer que la actividad cognitiva no se restringe a los procesos mentales individuales, sino que se configura en sistemas compuestos por agentes humanos, artefactos, herramientas simbólicas y entornos socioculturales. Desde esta perspectiva, la cognición se entiende como un fenómeno relacional y situado, en el que el conocimiento emerge de la interacción entre múltiples componentes del sistema cognitivo. El presente enfoque se articula con corrientes filosóficas contemporáneas que conciben la mente como inseparable del cuerpo, del entorno y de las prácticas sociales, superando el dualismo cartesiano y los modelos computacionales estrictamente representacionales. En este sentido, la cognición distribuida se inscribe dentro de una visión sistémica del conocimiento, en la que los procesos cognitivos se extienden más allá del individuo, integrando dimensiones biológicas, tecnológicas y culturales.

Desde el ámbito de la interacción humano-computador (HCI), estos principios adquieren una relevancia particular. La HCI, entendida como el campo orientado a la usabilidad y al diseño de tecnologías centradas en el ser humano [3], ha evolucionado desde enfoques funcionales hacia perspectivas que reconocen el papel activo del usuario en la construcción de significado a través de la interacción con los sistemas tecnológicos. Esta evolución refleja un cambio filosófico fundamental: las tecnologías dejan de concebirse como simples herramientas externas y pasan a ser componentes integrados del sistema cognitivo.

Los desarrollos históricos en interfaces gráficas de usuario, como los realizados en Xerox PARC durante la década de 1970, ilustran este tránsito desde modelos técnicos hacia modelos cognitivos de interacción. La manipulación directa de objetos digitales, el uso de metáforas visuales y la incorporación de entornos colaborativos transformaron la relación sujeto-tecnología, favoreciendo una interacción más intuitiva y significativa. Este cambio tuvo implicaciones técnicas y epistemológicas, al redefinir la manera en que el conocimiento es representado, manipulado y compartido. Desde una perspectiva sociocultural, Carroll señala que la HCI debe comprenderse desde la experiencia del usuario no especializado, es decir, desde la forma en que las personas perciben, interpretan y utilizan la tecnología en su vida cotidiana [9]. Este planteamiento refuerza la idea de que la cognición no puede analizarse de manera aislada, sino como parte de sistemas socio-técnicos donde convergen prácticas,

lenguajes y significados compartidos. En consecuencia, la misión de la HCI incluye la integración de la psicología, la sociología y otras ciencias sociales en el diseño de tecnologías centradas en el ser humano.

Dillon et al. [17] complementan esta visión al afirmar que la práctica de la HCI debe priorizar la usabilidad desde la perspectiva del usuario, lo que ha impulsado el desarrollo de modelos cognitivos orientados a comprender cómo las personas piensan, actúan y aprenden mediante tecnologías interactivas. En este marco, la cognición distribuida se consolida como un referente teórico clave, al permitir analizar cómo los individuos forman sistemas estrechamente acoplados con su entorno, utilizando andamios externos para simplificar, organizar y ampliar sus procesos cognitivos [9].

Desde los fundamentos filosóficos de la cognición distribuida, la relación hombre-máquina deja de concebirse como una interacción entre entidades separadas, para entenderse como un sistema integrado en el que lo biológico, lo tecnológico y lo social se articulan dinámicamente. Esta integración adquiere un valor particular en los entornos híbridos de aprendizaje, donde las plataformas digitales, los recursos multimedia y las interacciones colaborativas configuran sistemas cognitivos complejos que transforman la manera en que se construye y transfiere el conocimiento.

En consecuencia, los fundamentos filosóficos de la cognición distribuida permiten comprender que el aprendizaje no es un proceso puramente individual ni exclusivamente tecnológico, sino una construcción situada en redes de interacción que integran mente, cuerpo, herramientas y cultura. Esta perspectiva constituye una base epistemológica esencial para interpretar los procesos educativos en contextos híbridos y para fundamentar el desarrollo de modelos pedagógicos coherentes con la naturaleza distribuida del conocimiento.

V. NÚCLEOS CONCEPTUALES DE LA COGNICIÓN DISTRIBUIDA

La teoría de la cognición distribuida sostiene que los límites de la unidad de análisis cognitivo no se restringen al individuo, sino que se extienden a las relaciones funcionales entre los distintos elementos que participan en un sistema cognitivo. Un proceso no es cognitivo únicamente por ocurrir en el cerebro de una persona, ni deja de serlo por manifestarse en las interacciones entre múltiples individuos, herramientas y representaciones externas. La naturaleza cognitiva del proceso está determinada por la función que cumple dentro del sistema global de actividad.

Desde esta perspectiva, la resolución de problemas en un equipo de desarrollo de software ilustra claramente este principio: la cognición no reside exclusivamente en cada programador, sino en la interacción coordinada entre los miembros del equipo, los lenguajes de programación, las

plataformas colaborativas y los repositorios de documentación. El sistema completo constituye la unidad cognitiva de análisis, evidenciando que el conocimiento emerge de una red distribuida de interacción.

Asimismo, la cognición distribuida reconoce que los mecanismos cognitivos no se limitan a los eventos internos del cerebro. Como afirma Carroll [9], no se espera que todos los procesos cognitivos estén “contenidos dentro de la piel o el cráneo de un individuo”. Un ejemplo representativo es el uso de una calculadora para la resolución de problemas matemáticos: el procesamiento de la información se distribuye entre el usuario y el artefacto tecnológico, configurando un sistema cognitivo ampliado que optimiza la actividad intelectual. En este marco, la cognición distribuida integra diversos núcleos conceptuales que permiten comprender la complejidad de los procesos cognitivos en contextos educativos y tecnológicos. Entre los más relevantes se destacan los siguientes:

A. *Cognición Encarnada*

La cognición encarnada, desarrollada por diversos autores [10], [18], [19], [20], sostiene que la mente no puede comprenderse de manera independiente del cuerpo y de su interacción con el entorno. Como señalan Hollan et al. [5], “las mentes no son motores pasivos de representación cuyo propósito principal sea construir modelos internos del mundo externo”. Por el contrario, los procesos cognitivos emergen de la coordinación dinámica entre recursos internos —como la memoria, la atención y la función ejecutiva— y recursos externos —como objetos, herramientas y materiales del entorno. Desde esta perspectiva, la manipulación física de objetos, los gestos, la percepción sensorial y el movimiento corporal desempeñan un papel activo en el razonamiento y la resolución de problemas. La interacción con el mundo físico no es un complemento del pensamiento, sino un componente constitutivo del mismo.

Clark amplía esta visión mediante el concepto de construcción de nichos cognitivos, entendido como el proceso mediante el cual los seres humanos crean estructuras externas que, en combinación con prácticas culturales, transforman los espacios problemáticos en entornos que facilitan el pensamiento y el razonamiento [10]. Un ejemplo ilustrativo es la manera en que un camarero experimentado gestiona múltiples pedidos complejos mediante apoyos externos como la disposición espacial de los vasos, las secuencias de preparación y la memoria situada.

En este sentido, “tomar en serio el cuerpo y el mundo implica adoptar una perspectiva emergentista, en la cual el éxito adaptativo surge de las interacciones complejas entre el cerebro, el cuerpo y el entorno” (Clark). Esta concepción resulta especialmente relevante en los entornos híbridos de aprendizaje, donde el estudiante interactúa simultáneamente con interfaces digitales, recursos físicos y prácticas sociales distribuidas.

B. Cultura y cognición

La relación entre cultura y cognición constituye otro núcleo esencial de la cognición distribuida. En *Cognition in the Wild* [4], se plantea que los límites de la unidad de análisis deben extenderse más allá del individuo para incorporar el entorno cultural en el que este se desarrolla. La cognición no puede desvincularse de la cultura, ya que los seres humanos piensan, actúan y aprenden en contextos históricos, sociales y simbólicos específicos. La relación entre cultura y cognición es bidireccional: los individuos construyen y transforman su cultura mediante sus prácticas, al tiempo que la cultura moldea los procesos cognitivos. Este proceso dinámico se refleja en la evolución de herramientas, lenguajes, normas y artefactos que estructuran la actividad humana.

Cole [21], en *Cultural Psychology: A Once and Future Discipline*, destaca que las actividades mentales están profundamente entrelazadas con las prácticas culturales, lo que exige analizar la cognición en relación con los contextos históricos y sociales. De manera complementaria, Lave y Wenger, a través de la teoría del aprendizaje situado, subrayan que el aprendizaje es un proceso social que ocurre en comunidades de práctica, donde la participación es fundamental para el desarrollo cognitivo.

En los entornos híbridos de aprendizaje, estas comunidades se configuran en espacios físicos y digitales, lo que amplía las formas de interacción cultural y de construcción colectiva del conocimiento. Desde esta perspectiva, la cognición distribuida permite comprender el aprendizaje como un proceso culturalmente mediado, en el que el conocimiento se distribuye entre sujetos, herramientas, lenguajes y prácticas compartidas.

C. Cognición Socialmente Distribuida

La cognición socialmente distribuida concibe la actividad cognitiva como un proceso colectivo que emerge de la interacción entre individuos, artefactos y estructuras organizativas, en el cual la información fluye a través de redes sociales y tecnológicas que configuran una arquitectura cognitiva compartida [3]. En este enfoque, los artefactos digitales no actúan como simples soportes, sino como componentes activos del sistema cognitivo, contribuyendo a la organización, transformación y gestión del conocimiento.

Uno de los marcos más representativos es el modelo *Distributed Cognition for Teamwork (DiCoT)*, que descompone el sistema cognitivo en dimensiones como el flujo de información, los artefactos, el diseño físico, las interacciones sociales y la evolución temporal, permitiendo analizar de forma estructurada la cognición en equipos colaborativos [11]. Estudios recientes han demostrado que este enfoque facilita la comprensión del aprendizaje en contextos de simulación, espacios colaborativos digitalmente aumentados y entornos de trabajo remoto, evidenciando su utilidad para evaluar el desempeño, la coordinación y la toma de decisiones en sistemas complejos [22], [23].

Complementariamente, otros modelos como el Modelo de Recursos [24], el Desglose del Flujo de Información [25] y el modelo EAST [26] amplían el análisis de la cognición distribuida al integrar dimensiones organizacionales, informacionales y sociales, consolidando un marco teórico robusto para el estudio del aprendizaje y el trabajo colaborativo en entornos altamente tecnificados.

V. COGNICIÓN DISTRIBUIDA EN LAS TECNOLOGÍAS DEL APRENDIZAJE

El escenario educativo contemporáneo se encuentra profundamente influenciado por los cambios derivados de la denominada Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, caracterizada por la integración de tecnologías digitales, inteligencia artificial, análisis de datos y conectividad ubicua. En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han transformado de manera sustancial los procesos de enseñanza y aprendizaje, ampliando las posibilidades de interacción, acceso a la información y construcción colaborativa del conocimiento. De acuerdo con la National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, las tecnologías de aprendizaje permiten abordar necesidades educativas específicas mediante estrategias como la resolución de problemas reales, la retroalimentación formativa, la creación de comunidades de aprendizaje y el fortalecimiento del desarrollo docente [7].

Desde esta perspectiva, la Cognición Distribuida ofrece un marco teórico particularmente pertinente para interpretar dichos cambios, al concebir los procesos cognitivos como sistemas que trascienden al individuo y se configuran a partir de la interacción entre personas, herramientas, tecnologías y contextos socioculturales [3]. En los entornos virtuales e híbridos de aprendizaje, los estudiantes no procesan la información de manera aislada, sino que construyen el conocimiento a través del uso de plataformas educativas, recursos multimedia, foros, simuladores y sistemas de tutoría digital, conformando así un sistema cognitivo distribuido que integra múltiples fuentes de representación y procesamiento.

El presente enfoque se articula con postulados centrales del constructivismo social, el cual sostiene que el conocimiento emerge a partir de la interacción y la negociación de significados entre los participantes de una comunidad de aprendizaje [12]. En plataformas virtuales, por ejemplo, las discusiones en foros, la coautoría de documentos y la resolución colaborativa de problemas evidencian cómo la cognición se distribuye entre los sujetos y los artefactos digitales, favoreciendo procesos de reflexión compartida y transferencia de conocimiento.

Asimismo, la Cognición Distribuida se relaciona con la teoría de la carga cognitiva, al permitir que los procesos mentales se distribuyan entre diferentes apoyos externos, reduciendo la sobrecarga individual y facilitando un

procesamiento más eficiente de la información. Herramientas como mapas conceptuales colaborativos, simuladores interactivos o visualizadores de procesos permiten externalizar parte del razonamiento, liberando recursos cognitivos para el análisis y la comprensión profunda. No obstante, esta distribución no garantiza automáticamente mejores resultados, ya que un diseño inadecuado de las interfaces o una sobreabundancia de estímulos puede generar el efecto contrario, incrementando la carga cognitiva y dificultando el aprendizaje.

De manera complementaria, la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia sostiene que el aprendizaje se potencia cuando la información se presenta mediante múltiples canales sensoriales. Mayer señala que la combinación coherente de palabras e imágenes favorece la construcción de representaciones mentales más organizadas y significativas [27]. En este sentido, la Cognición Distribuida amplía dicho planteamiento al incorporar no solo los canales perceptivos, sino también la dimensión social y tecnológica del aprendizaje, permitiendo que los estudiantes integren información proveniente de distintos medios, agentes y contextos.

En términos de aplicación, este enfoque ha demostrado ser especialmente relevante en escenarios como el uso de simuladores en ingeniería, laboratorios virtuales, entornos de aprendizaje colaborativo apoyados por inteligencia artificial y plataformas de aprendizaje adaptativo. En estos contextos, los estudiantes no solo interactúan con contenidos, sino que participan en sistemas cognitivos distribuidos donde las decisiones, interpretaciones y soluciones emergen de la interacción entre personas, algoritmos y representaciones digitales. Sin embargo, también se identifican limitaciones importantes, particularmente en relación con la necesidad de formación docente, el diseño pedagógico de las herramientas y la desigualdad en el acceso tecnológico, factores que condicionan el impacto real de estos entornos.

Es por ello, que la Cognición Distribuida no debe entenderse únicamente como una explicación teórica del aprendizaje mediado por tecnología, sino como un marco que orienta el diseño pedagógico, la organización de los recursos digitales y la estructuración de experiencias formativas en entornos virtuales e híbridos. Su valor radica en permitir comprender cómo se organizan, transfieren y reconstruyen los conocimientos en sistemas educativos cada vez más complejos, interconectados y tecnológicamente mediados.

VI. DISCUSIÓN

El procesamiento de la información constituye un eje central en los procesos de aprendizaje, en la medida en que permite a los individuos interpretar, organizar, almacenar y recuperar el conocimiento. En contextos educativos contemporáneos, esta dinámica adquiere una complejidad creciente debido a la

multiplicidad de fuentes, formatos y agentes involucrados en la construcción del aprendizaje. Como señalan las National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, el cerebro humano opera como un sistema interconectado en el que múltiples áreas se coordinan para sostener funciones cognitivas complejas, más que como un conjunto de procesadores aislados [7].

Desde esta perspectiva, la Cognición Distribuida (CD) propuesta por Hutchins amplía de manera sustancial la comprensión del procesamiento de la información, al situarlo más allá de los límites del individuo e incorporarlo dentro de un sistema conformado por personas, herramientas, artefactos y entornos sociotécnicos. Esta aproximación permite interpretar el aprendizaje como un fenómeno exclusivamente interno, emergente de la interacción entre el sujeto y su entorno. En los escenarios educativos actuales, caracterizados por el uso intensivo de plataformas digitales, recursos multimedia y dinámicas colaborativas, esta visión resulta especialmente pertinente.

La reconstrucción histórica y filosófica de la CD evidencia que los límites de lo cognitivo se expanden hacia sistemas distribuidos, donde la eficacia del procesamiento de la información depende tanto de las capacidades individuales como de la organización del entorno y la disponibilidad de recursos. En un aula híbrida, por ejemplo, el estudiante procesa información mediante su memoria y atención, apoyándose en documentos digitales, simuladores, foros y compañeros, configurando un sistema cognitivo distribuido que favorece la comprensión y la transferencia del conocimiento.

Dicho planteamiento se articula de manera directa con los conceptos de metacognición y autorregulación, los cuales constituyen pilares del aprendizaje efectivo. La metacognición implica la conciencia y el control sobre los propios procesos mentales, mientras que la autorregulación integra componentes cognitivos, motivacionales y conductuales orientados al logro de metas de aprendizaje [7]. En este sentido, la Cognición Distribuida potencia ambos procesos al permitir que herramientas externas, como organizadores gráficos, plataformas de seguimiento del aprendizaje o sistemas de retroalimentación automatizada, actúen como extensiones del sistema cognitivo del estudiante, facilitando la planificación, el monitoreo y la evaluación del propio aprendizaje.

Desde un punto de vista teórico, la integración de la CD en el estudio del procesamiento de la información cuestiona los enfoques individualistas tradicionales y consolida una visión del aprendizaje como un fenómeno social, situado y distribuido. Esta perspectiva resulta especialmente relevante en la educación superior, donde el aprendizaje se desarrolla cada vez más en entornos colaborativos mediados por tecnología. No obstante, también plantea desafíos importantes,

ya que la mera disponibilidad de herramientas digitales no garantiza una distribución cognitiva efectiva. Un diseño pedagógico inadecuado, interfaces poco intuitivas o una sobrecarga de información pueden generar efectos contraproducentes, limitando la comprensión y aumentando la carga cognitiva.

Desde el ámbito práctico, reconocer el carácter distribuido del procesamiento de la información implica que los entornos educativos deben diseñarse de manera intencional para facilitar la interacción significativa entre estudiantes, recursos y tecnologías. Esto incluye la selección de herramientas adecuadas y organización del espacio de aprendizaje, la estructuración de las actividades y la promoción de dinámicas colaborativas que favorezcan la construcción compartida del conocimiento, ofreciendo criterios valiosos para orientar el diseño instruccional en entornos virtuales e híbridos.

La integración de la CD con las tecnologías educativas redefine, además, la forma en que se concibe el aprendizaje en la era digital. Plataformas virtuales, simuladores, laboratorios remotos y herramientas colaborativas que permiten el acceso a la información, distribuyendo los procesos cognitivos entre los agentes humanos y los sistemas tecnológicos. Esta dinámica resulta coherente con las demandas de la Industria 4.0, donde las competencias digitales, el trabajo colaborativo y la capacidad de adaptación a entornos complejos se convierten en requisitos fundamentales para la formación profesional.

Finalmente, el presente análisis coloca en manifiesto la necesidad de profundizar en estudios empíricos que permitan evaluar de manera sistemática el impacto de la Cognición Distribuida en diferentes contextos educativos. Futuras investigaciones deberían considerar variables como la cultura institucional, el diseño pedagógico, la infraestructura tecnológica y los perfiles cognitivos de los estudiantes. Asimismo, se abre un campo relevante para el desarrollo de estrategias pedagógicas innovadoras que integren de forma explícita los principios de la CD con modelos de aprendizaje híbrido, con el propósito de optimizar el procesamiento de la información en entornos educativos complejos y distribuidos.

A pesar de los aportes identificados, es necesario reconocer algunas limitaciones del presente análisis. En primer lugar, al tratarse de un estudio de carácter teórico-analítico, los resultados se sustentan principalmente en la interpretación de la literatura, sin una validación empírica directa en contextos educativos reales. En segundo lugar, se evidencia que una parte importante de los estudios analizados proviene de enfoques técnicos o computacionales, lo que dificulta su transferencia inmediata a escenarios de aprendizaje híbrido. Asimismo, la diversidad de enfoques y metodologías identificadas limita la construcción de modelos unificados que permitan operacionalizar la Cognición Distribuida en el diseño pedagógico.

A partir de estas limitaciones, se proponen líneas de investigación futura orientadas a fortalecer la aplicabilidad del enfoque. En particular, resulta necesario avanzar en estudios empíricos en entornos híbridos de aprendizaje, mediante diseños experimentales o cuasi-experimentales, que permitan evaluar el impacto de la Cognición Distribuida en el procesamiento de la información y en el rendimiento académico. Asimismo, se plantea el desarrollo de modelos integradores que articulen los aportes de la interacción humano-computador, los sistemas distribuidos y la educación, a través del diseño e implementación de entornos de aprendizaje que incorporen de manera explícita artefactos cognitivos digitales, plataformas colaborativas y estrategias de mediación pedagógica. De igual manera, se identifica como una línea de investigación relevante el análisis del papel de tecnologías emergentes —como la inteligencia artificial y la analítica del aprendizaje— mediante estudios de caso en cursos híbridos y el análisis de trazas de interacción generadas en plataformas digitales, con el fin de comprender cómo estas tecnologías pueden actuar como componentes activos en la configuración de sistemas cognitivos distribuidos.

VII. CONCLUSIONES

El análisis desarrollado a lo largo del presente artículo permite afirmar que la teoría de la Cognición Distribuida, propuesta por Hutchins, constituye un marco conceptual de alta pertinencia para comprender el procesamiento de la información en los entornos educativos contemporáneos, caracterizados por una creciente mediación tecnológica y por dinámicas de interacción social complejas. Al situar la cognición más allá de los límites del individuo e integrarla en sistemas conformados por personas, herramientas, artefactos y contextos socioculturales, la Cognición Distribuida amplía de manera sustancial la comprensión tradicional del aprendizaje y del funcionamiento cognitivo.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje deja de concebirse como un proceso exclusivamente interno para entenderse como un fenómeno emergente, construido a partir de la interacción constante entre el sujeto y su entorno. Dicha concepción resulta especialmente relevante en los contextos educativos virtuales e híbridos, donde el conocimiento se configura mediante plataformas digitales, recursos multimedia, sistemas colaborativos y comunidades de aprendizaje. En dichos escenarios, el procesamiento de la información no se limita a la mente individual, sino que se distribuye entre múltiples agentes humanos y tecnológicos, configurando sistemas cognitivos complejos y dinámicos.

La Cognición Distribuida también ofrece un soporte teórico sólido para comprender procesos fundamentales como la metacognición y la autorregulación. Al permitir que herramientas externas funcionen como extensiones del sistema cognitivo, los estudiantes pueden planificar, monitorear y evaluar su propio aprendizaje de manera más consciente y

estructurada. Esta condición abre nuevas posibilidades para el diseño de entornos educativos que favorezcan un aprendizaje más profundo, reflexivo y autónomo, siempre que dichas herramientas sean integradas bajo criterios pedagógicos adecuados.

No obstante, los resultados del análisis teórico también evidencian que la simple incorporación de tecnologías no garantiza, por sí misma, una distribución cognitiva efectiva. La eficacia del enfoque depende en gran medida del diseño instruccional, de la formación docente, de la organización de los recursos y de la coherencia entre los objetivos pedagógicos y las herramientas utilizadas. En este sentido, la Cognición Distribuida debe entenderse como una teoría explicativa y como un marco orientador para el diseño consciente de experiencias educativas.

Desde el punto de vista educativo, reconocer que el procesamiento de la información es un fenómeno distribuido implica repensar la forma en que se estructuran los espacios de aprendizaje, las actividades académicas y los sistemas de evaluación. Los entornos educativos deben promover la interacción significativa, la colaboración, el uso estratégico de artefactos cognitivos y la integración de recursos digitales que faciliten la construcción compartida del conocimiento. De este modo, la Cognición Distribuida contribuye a consolidar una visión del aprendizaje acorde con las exigencias formativas de la sociedad del conocimiento y de la Industria 4.0.

En cuanto a las limitaciones del presente estudio, es importante señalar que el trabajo se fundamenta en un análisis teórico y conceptual, por lo que sus aportes se inscriben principalmente en el plano interpretativo y explicativo. En consecuencia, se reconoce la necesidad de estudios empíricos que permitan contrastar y profundizar los planteamientos aquí desarrollados en contextos educativos reales, considerando variables como el nivel educativo, la disciplina académica, el contexto cultural y el tipo de tecnología empleada.

En esta línea, futuras investigaciones se sugieren orientarse hacia el diseño y validación de modelos pedagógicos basados explícitamente en los principios de la Cognición Distribuida, así como al análisis longitudinal de su impacto en el procesamiento de la información, la transferencia del conocimiento y el desarrollo de competencias cognitivas superiores. Asimismo, se identifica un campo particularmente prometedor en la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, los sistemas de tutoría inteligente y el análisis del aprendizaje, los cuales ofrecen un potencial significativo para fortalecer los sistemas cognitivos distribuidos en entornos educativos híbridos. El presente artículo contribuye a consolidar la Cognición Distribuida como un marco teórico pertinente para interpretar los desafíos actuales del aprendizaje mediado por tecnología, al tiempo que abre nuevas rutas para la investigación y la innovación pedagógica. Su valor radica en permitir

comprender el aprendizaje no como un acto individual aislado, sino como un proceso social, tecnológico y culturalmente situado, capaz de responder de manera más coherente a las demandas educativas del siglo XXI.

REFERENCES

- [1] H. Gardner, *The mind's new science: a history of the cognitive revolution*, Paperback ed., Nachdr. New York: Basic Books, 1998.
- [2] W. James, *The principles of psychology, Vol II*. en *The principles of psychology*, Vol II. NY, US: Henry Holt and Company, 1890, pp. vi, 704. doi: 10.1037/11059-000.
- [3] E. Hutchins, *Cognition in the wild*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1995.
- [4] E. Hutchins, *Cognition in the wild*, 8. pr. en A Bradford book. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2006.
- [5] J. Hollan, E. Hutchins, y D. Kirsh, «Distributed cognition: toward a new foundation for human-computer interaction research», *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.*, vol. 7, n.º 2, pp. 174-196, jun. 2000, doi: 10.1145/353485.353487.
- [6] P. Robbins y M. Aydede, Eds., *The Cambridge handbook of situated cognition*, Second edition. New York, NY: Cambridge University Press, 2012.
- [7] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (U.S.), Ed., *How people learn: learners, contexts, and cultures. II*. en A consensus study report of the National Academies of Sciences, Engineering, Medicine. Washington, DC: The National Academies Press, 2018.
- [8] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, D. G. Altman, y The PRISMA Group, «Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement», *PLoS Med.*, vol. 6, n.º 7, p. e1000097, jul. 2009, doi: 10.1371/journal.pmed.1000097.
- [9] J. M. Carroll, Ed., *Human-computer interaction in the new millennium*. New York: ACM Press [u.a.], 2002.
- [10] A. Clark, *Supersizing the mind: embodiment, action, and cognitive extension*. en *Philosophy of mind*. Oxford: Oxford university press, 2011.
- [11] A. Blandford y D. Furniss, «DiCoT: A Methodology for Applying Distributed Cognition to the Design of Teamworking Systems», en *Interactive Systems. Design, Specification, and Verification*, vol. 3941, S. W. Gilroy y M. D. Harrison, Eds., en *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 3941, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2006, pp. 26-38. doi: 10.1007/11752707_3.
- [12] L. S. Vygotskij y M. Cole, *Mind in society: the development of higher psychological processes*, Nachdr. Cambridge, Mass.: Harvard Univ. Press, 1981.
- [13] J. R. Anderson, *The architecture of cognition*. en *Cognitive science series*, no. 5. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1983.
- [14] W. Wundt, «Principles of physiological psychology, 1873.», en *Readings in the history of psychology.*, en *Century psychology series.*, East Norwalk, CT, US: Appleton-Century-Crofts, 1948, pp. 248-250. doi: 10.1037/11304-029.
- [15] A. M. Turing, «I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE», *Mind*, vol. LIX, n.º 236, pp. 433-460, oct. 1950, doi: 10.1093/mind/LIX.236.433.
- [16] N. Chomsky, *Syntactic structures*. en *Syntactic structures*. Oxford, England: Mouton, 1957, p. 116.
- [17] A. Dillon, M. Sweeney, y M. Maguire, «A Survey of usability evaluation practices and requirements in the European IT industry», ene. 1993.
- [18] R. Brooks, «Intelligence Without Reason», oct. 2001.
- [19] H. R. Maturana y F. J. Varela, *The tree of knowledge: the biological roots of human understanding*, Rev. ed. Boston: New York: Shambhala; Distributed in the U.S. by Random House, 1992.
- [20] F. Varela G. y R. Behncke C., *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*, Vigésima edición, 1ª reimpresión: octubre de 2019. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 2019.

- [21] M. Cole, *Cultural psychology: a once and future discipline*, 6. printing. Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard Univ. Press, 2003.
- [22] J. Rybing, E. Prytz, J. Hornwall, H. Nilsson, C.-O. Jonson, y M. Bang, «Designing a Digital Medical Management Training Simulator Using Distributed Cognition Theory», *Simul. Gaming*, vol. 48, n.º 1, pp. 131-152, feb. 2017, doi: 10.1177/1046878116676511.
- [23] J. Rybing, H. Nilsson, C.-O. Jonson, y M. Bang, «Studying distributed cognition of simulation-based team training with DiCoT», *Ergonomics*, vol. 59, n.º 3, pp. 423-434, mar. 2016, doi: 10.1080/00140139.2015.1074290.
- [24] P. C. Wright, R. E. Fields, y M. D. Harrison, «Analyzing Human-Computer Interaction as Distributed Cognition: The Resources Model», *Human-Computer Interact.*, vol. 15, n.º 1, pp. 1-41, mar. 2000, doi: 10.1207/S15327051HCII1501_01.
- [25] J. Cook, M. Brown, M. Sellwood, C. Campbell, P. Kouppas, y P. Poronnik, «XR game development as a tool for authentic, experiential, and collaborative learning», *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, vol. 49, n.º 6, pp. 846-847, nov. 2021, doi: 10.1002/bmb.21572.
- [26] N. A. Stanton, «Representing distributed cognition in complex systems: how a submarine returns to periscope depth», *Ergonomics*, vol. 57, n.º 3, pp. 403-418, mar. 2014, doi: 10.1080/00140139.2013.772244.
- [27] R. E. Mayer, Ed., *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge, U.K. ; New York: Cambridge University Press, 2005.