

# **Transformaciones Cognitivas en la Era Digital: Efectos del Aprendizaje Multimedial en la Inteligencia Cristalizada Universitaria**



**Cognitive Transformations in the Digital Age: Effects of Multimedia Learning  
on Crystallized Intelligence at the University Level**

Autor: Omar Cabrales Salazar<sup>1</sup>

E-mail: omarcabralesfuvac@gmail.com

## **RESUMEN**

El presente artículo de investigación se planteó como objetivo general analizar los efectos del aprendizaje multimedial en la constitución de la inteligencia cristalizada de estudiantes ciudadanos digitales de ciencias humanas de tres universidades colombianas. La metodología adopta un enfoque mixto, integrando los resultados de encuestas aplicadas a los estudiantes de la muestra, que se contrastan con neuroimágenes obtenidas con RMf y PET obtenidas de investigaciones en el campo neurobiológico/experimental. Se analiza desde la neurociencia cognitiva la constitución de la inteligencia cristalizada que se logra con la cognición representacional estructurada en conceptos lingüísticos versus la cognición distribuida apoyada en la Inteligencia Artificial. Se tuvieron en cuenta las fuentes multimediales que utilizan los estudiantes universitarios ciudadanos digitales de la actualidad para acceder y procesar la información a partir de sus preferencias sensoriales, más abocadas a los videos, imágenes, infografías, podcast, etc. Los resultados arrojan una pluralidad de formas de acceso a la información y al conocimiento por parte de los estudiantes dándole preferencia a los formatos visuales, audiovisuales y auditivos, así mismo una creciente pérdida de la capacidad de mantener la atención centrada y sostenida y en consecuencia de lograr niveles de concentración que les permita el desarrollo de la inteligencia cristalizada a partir de la construcción de redes neuronales. Se concluye que es necesario seguir realizando investigación comparada sobre la actividad neuronal de los nativos digitales en sus procesos de aprendizaje ya que las teorías cognitivas tradicionales se quedan cortas al analizar todos estos nuevos tipos y métodos para acceder y procesar la información y el conocimiento.

<sup>1</sup> Doctor Summa Cum Laude en Ciencias Sociales y Humanas (PUJ). Magister en Educación (PUJ). Magister en Economía Circular y Desarrollo Sostenible (UIV). Especialista en Docencia Universitaria (UGC). Economista (UMNG). Profesor Investigador Titular de la Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia. Investigador postdoctoral del Programa de Posdoctorado Cognitive Neuroscience Applied to Education, Tecana American University (TAU), USA

## **ABSTRACT**

This research article aimed to analyze the effects of multimedia learning on the development of crystallized intelligence in digitally savvy students of humanities from three Colombian universities. The methodology adopted a mixed-methods approach, integrating the results of surveys administered to the students in the sample with neuroimaging data obtained using fMRI and PET scans from neurobiological/experimental research. The study analyzed, from a cognitive neuroscience perspective, the development of crystallized intelligence achieved through representational cognition structured around linguistic concepts versus distributed cognition supported by Artificial Intelligence. The multimedia sources used by today's digitally savvy university students to access and process information were considered, taking into account their sensory preferences, which lean towards videos, images, infographics, podcasts, and other media. The results reveal a plurality of ways in which students access information and knowledge, with a preference for visual, audiovisual, and auditory formats. Likewise, there is a growing decline in their ability to maintain focused and sustained attention, and consequently, in their ability to achieve the levels of concentration necessary for the development of crystallized intelligence through the construction of neural networks. It is concluded that further comparative research on the neural activity of digital natives in their learning processes is necessary, as traditional cognitive theories fall short when analyzing all these new types and methods of accessing and processing information and knowledge.

## **Introducción**

La transformación de los ecosistemas universitarios en los últimos veinte años ha sido vertiginosa, a causa entre otros factores, de la creciente oferta de formatos complementarios a la formación universitaria a través de las Red y de las múltiples aplicaciones que ofrecen formación *OnLine* a bajos costos y en menores tiempos. Se adhieren a estas circunstancias la implementación de las Tecnologías Inteligentes (TI) incluida la Inteligencia Artificial (IA) en la mayoría de las actividades académicas, al punto que se sugiere repensar a fondo el sentido de la educación universitaria, su configuración y sus dinámicas (Rivas, 2019; Narodowski, 2022; Cabrales & González, 2024). Al día de hoy, la Universidad se enfrenta al protagonismo de un nuevo paradigma que se define en términos de “autoaprendizaje” o de aprendizaje ubicuo, enfocado en construir nuevo conocimiento sin la mediación del maestro ni la presencialidad en las aulas, frentea la aparente caducidad del modelo instruccional (Llobregat y Sánchez, 2015) que le dio origen las instituciones universitarias hace más de setecientos años.

Después de la pandemia, las TI se integraron en la educación, empleándolas como mediadoras del proceso de enseñanza y aprendizaje (Da-Silva et al., 2023), no sólo a través de diversas plataformas de videoconferencia y de múltiples aplicaciones para emular la presencialidad en las aulas, sino en las implicaciones

más profundas del desarrollo de las capacidades cognitivas superiores (CCS) como el pensamiento analítico, crítico y paradigmático y la inteligencia cristalizada (Cattell, 1963).

La acometida de la IA y del acceso al conocimiento en formatos multimediales (Kress, 2003) por parte de los estudiantes ciudadanos digitales (Prensky, 2001), cada vez más conectados y autónomos en su dependencia del maestro, ponen en serias complicaciones a las universidades, adormecidas aún en su eterno sueño de la experiencia y de ser las únicas gestoras del conocimiento. Según Castañeda-Castaño (2025) el acercamiento al conocimiento ha pasado por un proceso de democratización que permite a muchos más individuos informarse, pero también generar ideas debido a la simplificación de los procesos de difusión de textos,

El presente artículo se ha planteado como objetivo general analizar los efectos del aprendizaje multimedial en la constitución de la inteligencia cristalizada (IC) de estudiantes ciudadanos digitales de ciencias humanas de tres universidades colombianas, mediante la integración de datos cuantitativos logrados con encuestas y cualitativos a través de imágenes neurobiológicas, obtenidas mediante Resonancia Magnética Funcional (RMf) y Tomografía por Emisión de Positrones (PET), y publicadasen artículos científicos.

Para tales efectos es necesario analizar la forma cómo los estudiantes ciudadanos digitales se relacionan con el conocimiento, en el sentido de considerarlo a su servicio y disposición gratuita por el amplio despliegue y las facilidades con las que se accede a él con un solo *click*, frente a las formas analógicas de hace treinta años (de las cuales ellos no tienen conocimiento) en las que era necesario desplazarse a las bibliotecas públicas para conseguirlo, generalmente creado en las universidades europeas y norteamericanas y disponible sólo por medio del texto impreso.

Se les suman a estos factores preocupantes, el hecho de que Google y otros buscadores traen de inmediato millones de resultados ante cualquier consulta académica, la novedad de que la IA generativa (IA-G) puede generar conocimiento y ajustarlo frente a los *Prompt* que el estudiante le demande. Entonces, no solo tienen acceso de forma gratuita e inmediata al conocimiento de hace miles de años y de millones de fuentes, sino que tienen el ‘poder’ de crearlo con la IA-G, sin necesidad de estudios universitarios. De ahí que, lo que piensan sobre el conocimiento no está asociado al respeto por el mismo, ni por sus docentes, quienes lo han generado y procesado para darle enseñabilidad, y tampoco por las instituciones universitarias que tradicionalmente han cobrado por su producción, transmisión o ‘dosificación’ en asignaturas y semestres durante cientos de años.

En consecuencia, los estudiantes ciudadanos digitales podrían estar pensando que ante la disposición gratuita y de fácil acceso por el conocimiento, ya no es realmente necesario esforzarse intelectualmente para adquirirlo, puesto que éste reposa libremente y a su disposición en internet o es susceptible de generarse por

la IA-G, según sus instrucciones e intereses. Se puede colegir, desde la perspectiva del estudiantado, que tampoco es tan necesario ‘pensar’ pues la IA podría estar pensando por ellos. En este sentido, la relación del estudiantado ciudadano digital con el conocimiento ya no se configura como un proceso de abstracción, trasformación o respeto epistemológico, sino como una relación de carácter instrumental y utilitario. El saber se concibe como un insumo disponible “por demanda”, accesible de inmediato a través de Google, de la IA-G o de aplicaciones instaladas en el smartphone, cuyo uso se asemeja al de las plataformas de mensajería instantánea. Esta nueva condición responde no sólo a la abundancia de repositorios y bases de datos de acceso libre, sino también a la multiplicidad de formatos digitales que median la consulta, almacenamiento y circulación de la información.

Estas nuevas perspectivas de aproximación y apropiación del conocimiento han dado para que se incorporen nuevas metodologías que están a la vanguardia de la época digital, en lo que se ha venido a llamar el aprendizaje multimodal (Cabralles, et al., 2022; Mayer, 2012; Kress, 2003), por la diversidad de aplicaciones visuales, audiovisuales y auditivas con las que el estudiantado accede a la información y el conocimiento, a diferencia del texto escrito e impreso como se desarrolló durante cientos de años.

En el mismo sentido, la llegada abrumadora del ChatGPT y otras IAs en 2024, puso en evidencia la posibilidad del reemplazo en el ámbito educativo de una de las capacidades humanas supuestamente menos irremplazables por las máquinas, la capacidad de pensar. Esto aceleró la consulta y el uso de diversas IAs en la realización de las tareas por parte de los estudiantes, en detrimento del uso de las CCS, como el pensamiento crítico y analítico y en consecuencia de la IC.

De esta forma, la IA y la marejada de formatos digitales de aprendizaje en la universidad, nos invitan a reconsiderar las prácticas de aula y el lugar de las narrativas preferentemente escritas, como los informes científicos que se les asignan a los estudiantes ciudadanos digitales como soporte del componente teórico en la enseñanza (Pache, Rivoal, & Sankar, 2015; Cabralles, et al., 2022).

Para tales propósitos, el documento se ha dividido en tres capítulos, en el primero se desglosará el marco teórico del informe a partir de una revisión bibliográfica; en el segundo se evaluarán las preferencias y hábitos de acceso y uso del conocimiento de los estudiantes de la muestra, identificando a través de una encuesta la frecuencia y el tipo de actividades cognitivas que realizan, con especial atención a la lectura, escritura y el consumo de formatos multimediales y; en el tercero se establecen las correlaciones entre los patrones de acceso al conocimiento a través de la lectoescritura y esos formatos multimediales, por medio de la actividad neuronal lograda con técnicas de neuroimagen como resonancia magnética (RM) y tomografía por emisión de positrones (PET).

## **Planteamiento del Problema**

### **Enunciado del Problema**

Estudiar las nuevas formas de aprender de los ciudadanos digitales permite validar la pertinencia de las prácticas de aula, los currículos y la estructura en sí del entramado universitario de la actualidad. En el mismo sentido, abre la posibilidad de validar nuevos estilos de aprendizaje y la adopción de otras teorías cognitivas, más allá de la cognición representacional que ha dominado el escenario de la enseñanza en los últimos cien años. En este nuevo abanico de posibilidades se indexa la cognición distribuida (Pea, 1993; Varela et al., 1991), que incorpora de modo esencial otros sistemas de aprendizaje y de conformación de la información, y que es susceptible de convertirse en una prótesis para funciones mentales específicas (Clark & Chalmers, 1998).

De ahí que, sea importante fundamentar la cognición representacional de Piaget (1977), que permitió el desarrollo de la inteligencia a partir de la construcción de conceptos asentados en conceptos lingüísticos y comprobar la capacidad de asimilar y consolidar el conocimiento por medio de formatos multimediales (video-audio-imagen) de los estudiantes ciudadanos digitales.

En el mismo sentido, se hace necesario validar si el uso creciente de la IA y los nuevos formatos de acceso al conocimiento, así como su relación con la emergencia de otros modelos cognitivos que se alejan del modelo de la cognición representacional de Piaget (1977), tiene incidencia en la constitución de la inteligencia cristalizada (Cattell, 1963) que se desarrolla mayoritariamente en la universidad.

### **Formulación del problema**

Cabe entonces preguntarse ¿cuáles son los efectos en la configuración de la inteligencia cristalizada ante un paradigma de trivialización del lenguaje escrito y su reemplazo por formatos multimediales y el uso de la IA-G, por parte de estudiantes ciudadanos digitales de ciencias sociales de tres universidades colombianas?

Conllevando consigo las siguientes interrogantes secundarias

¿Cuáles son las consecuencias del proceso de transición de prácticas de lectura profunda y atención sostenida, hacia consumos multimediales y asistidos por IA en la consolidación del conocimiento en estudiantes ciudadanos digitales?

¿Cómo inciden las nuevas formas de acceso a la información en los procesos de abstracción, categorización y organización conceptual que sustentan la inteligencia cristalizada?

¿Qué transformaciones se evidencian en los modelos cognitivos de los estudiantes cuando la cognición representacional es desplazada por prácticas de cognición distribuida apoyadas por dispositivos digitales?

### **Objetivo General**

Analizar los efectos del aprendizaje multimedial y el uso de la IA-G en la constitución de la inteligencia cristalizada de estudiantes ciudadanos digitales de ciencias humanas de tres universidades colombianas.

### **Objetivos Específicos**

1. Construir los referentes teóricos con base en los conceptos de inteligencia cristalizada, cognición representacional y distribuida.
2. Evaluar las preferencias y hábitos de acceso y uso del conocimiento de los estudiantes ciudadanos digitales de ciencias humanas de tres universidades colombianas.
3. Establecer las correlaciones entre los patrones de acceso al conocimiento a través de la lectoescritura y los formatos multimediales.

### **Revisión Teórica**

#### **Inteligencia Cristalizada**

La universidad sigue siendo el espacio por excelencia en el que se genera y distribuye la ciencia y lo seguirá siendo en la medida en que se adapte a las particularidades de las nuevas generaciones, pero sin perder su esencia de fundamentación y rigor científico. Inmersas en una revolución educativa propiciada por las TI y la IA, conciben nuevas formas de aprendizaje multimedial, invisible y ubicuo que inducen a una reconfiguración epistemológica, metodológica y curricular de la enseñanza, teniendo presente los modelos representacionales (Piaget, 1977) que lograron la estructuración de la inteligencia a partir del lenguaje, pues como lo menciona Torres (2024), hay que reconocer que el lenguaje ha sido el modelo a partir del cual hemos identificado el pensamiento y, en especial, la noción de representación.

En términos generales, según Arias (2024), el concepto de inteligencia tradicional hace énfasis en las capacidades cognitivas superiores (CCS), que junto con la memoria y la atención ejecutiva se convierten en *inteligencia cristalizada* (IC) (Cattell, 1963). Esta es la que proviene de la experiencia académica y encarna el nivel de enculturación, educación y aprendizaje universitario, y se define como la capacidad de utilizar el conocimiento y la experiencia aprendidos en la solución de problemas concretos (Cattell, 1963).

La IC en la educación superior también está relacionada con un estado particular de conocimiento que le permite al educando plantear hipótesis y pensar de manera estructurada en el marco de su carrera profesional para que pueda

diseñar soluciones innovadoras a los problemas que se le presentan en su campo de estudio.

El concepto de IC se enfoca entonces hacia a la producción científica, que se refiere a la capacidad de generar ideas originales y desarrollarlas en lenguaje académico, con el objetivo de contribuir al avance de la ciencia. Es la aplicación de la inteligencia al proceso de investigación y producción de nuevo conocimiento, donde los estudiantes buscan soluciones innovadoras a problemas existentes, toman medidas para los que se avecinan, plantean nuevas hipótesis de investigación, desarrollan modelos originales y los expresan por medio de la escritura científica, siendo la única que permite la reflexión rigurosa, el procesamiento y la difusión de la información para ser comprendida y validada por la comunidad científica.

### **Cognición Representacional y Cognición Distribuida**

La cognición representacional es aquella que se centra en la formación de representaciones mentales del mundo exterior y se estructura y se expresa en conceptos lingüísticos. El mundo se percibe a través de los sentidos y se procesa al interior del cerebro de acuerdo con núcleos o campos de conocimiento que permiten su comprensión. En términos de los estímulos proveídos por el lenguaje universitario, el contenido de las asignaturas es percibido o transmitido a través de palabras o grupos de palabras asociadas en conceptos, a partir de los cuales el cerebro construye representaciones en imágenes, símbolos u otros conceptos que se almacenan y manipulan en la mente, configurando a su vez nuevos conceptos; de esta forma el aprendizaje se articula en dominios de conocimiento que siguen sus propias leyes de adquisición y organización en nodos interconectados representados en grupos de neuronas o áreas cerebrales.

De otra parte, tenemos entonces otras propuestas sobre los diversos tipos de cognición que han propiciado los artilugios tecnológicos y los nuevos formatos de acceder y de procesar la información y el conocimiento. Desde la perspectiva de Varela, et al. (1991), la cognición se explica mediante la descripción global del estado de un sistema biológico, de tal forma que la estructura cognitiva es emergente, se autoorganiza como resultado de las interacciones entre el organismo y el entorno. Evidentemente, el entorno actual, plagado de artilugios tecnológicos de TI y de IA, tiene que ascender a hacer parte de los nuevos modelos cognitivos y crear nuevas perspectivas más relacionados con las mentes de los estudiantes del siglo XXI.

Dentro de estas nuevas propuestas tenemos la "cognición distribuida", que le presta atención especial al entorno físico, cultural y artificial en el que se produce la cognición. Según Pea (1993), la cognición se distribuye entre mentes, personas y entornos simbólicos y físicos, ligados al entorno cultural del individuo. Esta perspectiva desafía la suposición fundamental de la ciencia cognitiva convencional que afirma que la cognición se limita a lo que sucede en la cabeza y puede explicarse únicamente en términos de la construcción de modelos mentales internos y de representaciones del mundo externo por parte de los estudiantes.

Los autores de la cognición distribuida, por el contrario, consideran que la cognición se extiende al entorno inmediato, de modo que este se convierte en un recurso para el razonamiento (Salomon, 1993). Entonces, un entorno mediado por dispositivos electrónicos que sirven de apoyo o de prótesis para pensar, dan origen a otros tipos de estructura cognitiva y otro tipo de cogniciones que es necesario estudiar.

### **Aprendizaje Multimodal**

En la actualidad, es posible caracterizar las prácticas de aprehensión del conocimiento por parte de los estudiantes ciudadanos digitales a partir de la contemplación de videos, infografías y clases grabadas (Cassany, 2000), o por la mediación con sus pares en el plano digital a través de mensajes cortos, imágenes, videos, memes, posts, publicaciones en las redes sociales y en las aplicaciones de mensajería instantánea, entre otros formatos sígnicos. Proliferan estas costumbres porque es relativamente más fácil la adquisición de los conceptos por estos medios, puesto que la escritura como sistema de registro resulta problemática para el estudiante, ya que plantea el relevamiento de las relaciones entre los objetos del mundo y el sistema alfanumérico escrito, por ejemplo, las dificultades de la sustracción de valores de lugar entre las ecuaciones algebraicas, o la descripción lingüística de situaciones (Confrey, 1990). Estas actividades, además están asociadas a un mayor consumo de tiempo y energía, debido a que el sistema semántico genera una mayor interconexión neuronal que a su vez contribuye a preservar y constituir las capacidades lectoescriturales y la memoria semántica (Gertel et al., 2020), en torno a los saberes de la profesión en la que el estudiante no solo está inscrito sino inmerso, con todo un conglomerado de referentes diferenciados del lenguaje común.

Con el recurrente uso del teléfono celular para una multiplicidad de circunstancias humanas, se infiere que los ciudadanos digitales están un proceso de adaptación de su cerebro al entorno tecnológico de manera apresurada (Hinton y Nowlan, 1987). Se están desprendiendo poco a poco del texto escrito y están asumiendo cada vez más un tipo de comunicación simbólica asentada en memes, emoticones, videos y podcast, constituyendo entonces de la emergencia de un ‘cerebro digital’ (Small & Vorgan, 2009). Esta conducta simbólica se extiende en una creciente práctica mediatizada por artefactos, lenguajes técnicos y nuevos sistemas de representación, que Broncano (2004) estudia como las capacidades metarrepresentacionales —entendidas como la facultad de representar nuestros propios estados mentales y los de otros dentro de una ecología tecnológica. De esta forma, los estudiantes ciudadanos digitales trabajan dentro de un entramado de prótesis cognitivas que externalizan funciones como la memoria, la búsqueda de información y la interpretación simbólica, configurando formas de cognición distribuida.

Según Carr (2011), se pueden interpretar las prácticas comunicativas de los universitarios como un frenesí informático ya que se centran intensamente en el medio digital, en los símbolos y la pantalla (Cassany, 2000), pero los distrae el fuego graneado de mensajes y estímulos que compiten entre sí por atraer su

atención, poniendo al estudiante en dificultades para mantener la atención enfocada y sostenida en un solo asunto. Factores agravantes que se suman a la lógica del facilismo que pervive en las aulas universitarias ante la reducción de las matrículas en los últimos años (Rincón & Espitia, 2020) y el avance de otros estilos preferentes de monetizar recursos por medio de las redes sociales.

De esta manera, los nativos o ciudadanos digitales están expuestos a un desmesurado y constante flujo de ‘textos’ multimediales en una situación paralela a un bombardeo de información o “infoxicación” (Carrión, 2020) que como toda acción convulsionada, limita las posibilidades de decodificación y procesamiento, y de centrar la atención, denominado conflicto de la atención en disputa (Carrión, 2020), en el que las universidades y las redes sociales se enfrentan para cautivar y sostener la atención de sus estudiantes.

## **Metodología**

La metodología adopta un enfoque mixto, integrando los resultados de encuestas sobre las diversas formas de acceder y usar el conocimiento a 353 estudiantes de cuarto y quinto semestre de ciencias humanas de tres universidades colombianas (Cohorte 2025-1), una de carácter público y las dos restantes de carácter privado, que se contrastan con neuroimágenes obtenidas con RMf y PET obtenidas de investigaciones en el campo neurobiológico/experimental y publicadas en artículos científicos.

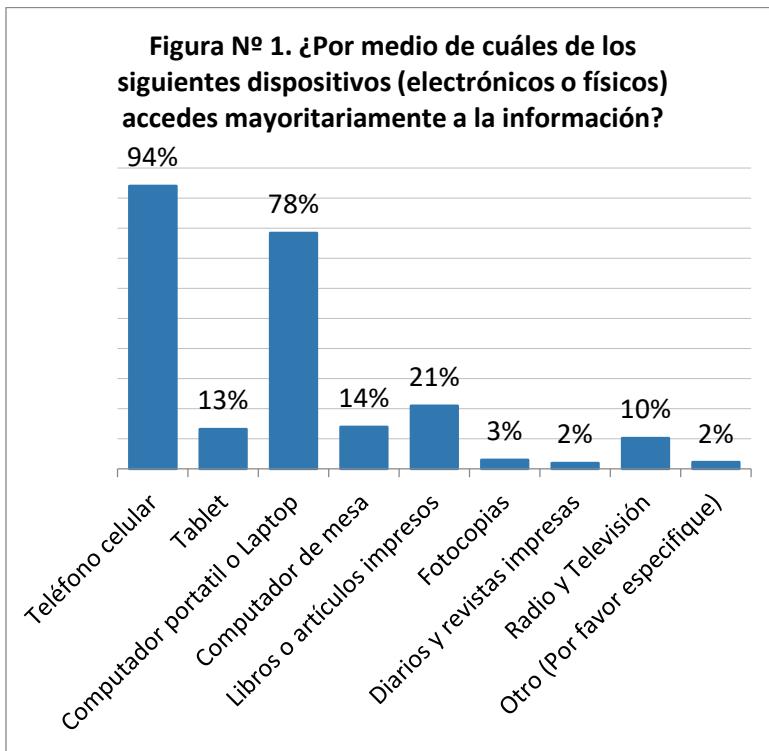
El diseño de investigación utilizado fue no experimental, descriptivo-explicativo, para Sabino (2008), consiste en describir y explicar algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos para destacar los elementos esenciales de su naturaleza.

Posteriormente se triangula la información de las fuentes con el marco teórico y se lleva a cabo la interpretación de los resultados, que para este caso se validaron también con la evidencia neurocientífica de investigaciones en psicología cognitiva.

## **Análisis y Resultados**

En relación con uno de los objetivos específicos de la investigación, el cual era evaluar las preferencias y hábitos de acceso y uso del conocimiento de los estudiantes ciudadanos digitales de ciencias humanas de tres universidades colombianas, identificando el consumo de formatos multimediales por medio de encuestas, se analizan a continuación los resultados de dichas encuestas que a su vez se triangulan con los testimonios de sus docentes. Se aplicó entonces un instrumento de encuesta a una muestra intencional de estudiantes de 4º y 5º semestre de ciencias humanas de las universidades de la muestra, de la cual se lograron obtener 353 respuestas, que representan el 87% del universo. Se presentan a continuación las gráficas con su respectivo análisis.

En cuanto a la edad de los estudiantes, el 36% se encuentra entre los 16 y 20 años de edad, el 44% tiene entre 21 y 25 años y el 20% se por encima del rango de los 26 años de edad. Se explica la preponderancia de los estudiantes de mediana edad, por ser la mayoría estudiantes de 4º y 5º semestre. Así mismo, debido a su edad podemos inferir que pertenecen a la categoría de ciudadanos digitales, pues nacieron en este siglo y tienen permanentemente acceso a internet y a sus redes sociales por medio de sus teléfonos inteligentes, además de interactuar, socializar y ejercer su ‘ciudadanía’ por medio de sus dispositivos electrónicos. En cuanto al género, se encuentra un 57% de género femenino y un 43% de género masculino, lo que reitera la presencia de las mujeres en la educación superior en Colombia.



Fuente: el autor

### **El teléfono celular como una prótesis para pensar**

En la gráfica N°1 podemos evidenciar la preferencia destacada por el teléfono celular con un 94%, siendo el dispositivo más utilizado por los estudiantes para acceder a la información. Esto refleja que estos aparatos se han convertido en un apéndice de su vida, en el marco de lo mencionado sobre la cognición distribuida y la mamera como se desempeñan en su vida académica y en su cotidianidad.

### **Relevancia de los computadores portátiles**

Con un 78%, los computadores portátiles (laptops) también son una herramienta fundamental. Esto sugiere que, a pesar del uso masivo de celulares, los computadores siguen siendo esenciales para tareas académicas que requieren mayor procesamiento y visualización, que a su vez permiten la amplitud de la información en formatos multimediales como videos, infografías y podcasts.

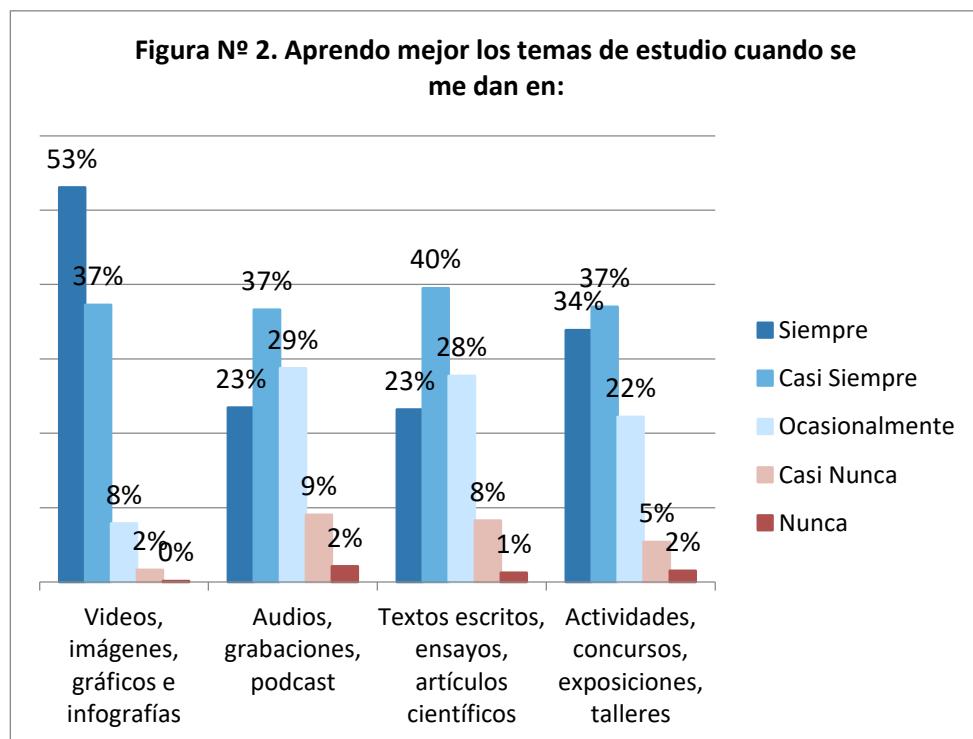
### **Disminución del uso de medios impresos**

Lastimosamente, y como se ha mencionado en el informe, los libros e informes impresos (21%) y los diarios y revistas impresas (2%) tienen una presencia significativamente menor. Esto indica un cambio en los hábitos de consumo de información, con una clara preferencia por los formatos digitales y una disminución por los documentos impresos, sobre los que se pueden resaltar, glosar y tomar notas, en un acto de apropiación del documento por parte del estudiante y que según algunos psiquiatras como Rojas Estapé (2018), potencian el aprendizaje.

#### Otros dispositivos:

- La tablet con un 13% tiene una presencia, aunque no tan alta como los celulares y computadores, sigue siendo un dispositivo usado.
- Los computadores de mesa presentan un 14% de uso.
- Las fotocopias un 3% y la radio y televisión un 10%, muestran una tendencia a la baja en el uso de estos medios.

Estos datos son cruciales para entender cómo los estudiantes construyen su "inteligencia cristalizada" (conocimiento acumulado) y su "cognición representacional" (cómo procesan y representan la información), a partir de formatos preferentemente de naturaleza digital, con fuentes de información rápida, fragmentada, multimedial que está moldeando los procesos cognitivos de los estudiantes. En resumen, la gráfica Nº1 revela una clara tendencia hacia el consumo de información digital, con el teléfono celular como principal herramienta. Esto tiene importantes implicaciones para la educación y la investigación sobre cómo los estudiantes adquieren y procesan el conocimiento en la era digital.



(Fuente: el autor)

La gráfica N°2 muestra las preferencias de los estudiantes de la muestra sobre los formatos con los que mejor aprenden los temas de estudio.

**Videos, imágenes, gráficos e infografías:** Este formato muestra la mayor preferencia entre los estudiantes, con un 53% respondiendo "Siempre" y un 37% "Casi Siempre". Esto indica una clara inclinación hacia el aprendizaje visual y multimedial.

**Audios, grabaciones, podcast:** Este formato también es marcado con preferencia, aunque en menor medida que el visual. Un 37% responde "Siempre" y un 29% "Casi Siempre". Esto sugiere que el aprendizaje auditivo también es relevante para los nativos digitales.

**Textos escritos, ensayos, informes científicos:** Este formato, predominante en la educación tradicional, muestra una preferencia menor. Un 40% responde "Siempre", pero un 23% "Casi Siempre", lo que indica una distribución más dispersa de las opciones de los estudiantes.

**Actividades, concursos, exposiciones, talleres:** Este formato, referenciado con el estilo de aprendizaje kinestésico, es bien recibido, con un 37% respondiendo "Siempre" y un 34% "Casi Siempre". Esto sugiere que la participación activa, los concursos y las actividades fuera del aula, son importantes para el aprendizaje de los estudiantes.

Frente al **Predominio de lo Visual y Multimedial**, los resultados confirman los temas que se han tratado previamente en el informe, como es el protagonismo de los videos, imágenes, gráficos e infografías en el aprendizaje de los ciudadanos digitales, lo que respalda la hipótesis sobre el reemplazo de la cognición representacional por la cognición distribuida que se genera mayoritariamente a partir de la información multimedial.

No se puede desconocer la importancia del aprendizaje auditivo, que también excluye la lecto escritura, y está referida a los audios y podcasts que se constituyen en formatos relevantes para los estudiantes de la muestra y que también soportan las hipótesis planteadas sobre el reemplazo de la cognición representacional y sus implicaciones en el desarrollo de la inteligencia cristalizada. Frente a los resultados de las gráficas 1 y 2, surgen varios desafíos para los textos escritos, pues como se ha argumentado, en las generaciones de los jóvenes de la actualidad, su preferencia es menor en comparación con los formatos multimediales. Esto plantea un desafío para la educación tradicional y la necesidad de adaptar los métodos de enseñanza.

### **Conexión con la Inteligencia Cristalizada**

La inteligencia cristalizada, como se ha mencionado, se refiere al conocimiento y las capacidades académicas adquiridas a través de la experiencia y la educación universitaria. La preferencia por los formatos multimediales tiene implicaciones en el desarrollo de esta inteligencia en los nativos digitales, pues a pesar de que brinda un acceso diverso, atractivo e innumerable a la información, genera dispersión e incapacidad de centrar la atención, alejándose de las posibilidades de desarrollo de la cognición representacional, generada a partir de los textos

escritos. Como esta información multimedial es a menudo fragmentada y superficial, puede dificultar la profundización en los temas y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y analítico, que son fundamentales para la inteligencia cristalizada.

## Relaciones entre los Patrones de Cognición

La investigación también pretendió establecer las relaciones entre los patrones de acceso al conocimiento a través de la lectoescritura y los formatos multimediales, con la actividad neuronal obtenida de técnicas de neuroimagen como resonancia magnética (RM) y tomografía por emisión de positrones (PET) extraídas de artículos científicos.

Como se ha argumentado, son complejas, duraderas y estructuradas las conexiones neuronales que se forjan con la lectura y la escritura. Se evidencia en la figura N°3 como el ejercicio lectoescritor, que está ligado a la interpretación de formatos significativos como las palabras, produce la activación y fortalecimiento de redes y conexiones específicas entre neuronas. En este proceso se activan áreas como la corteza visual, la corteza auditiva, el surco intraparietal y las cortezas motora, temporal y occipital asociativas, que son una red a gran escala de regiones interconectadas que se encargan de integrar y procesar la información sensorial, la representación de palabras y conceptos estructurados, como "perro" o "vegetal", involucrando redes neuronales relativamente definidas.

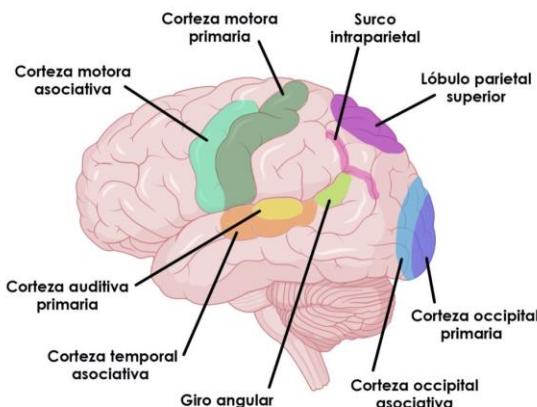


Figura 3: Corteza Auditiva y Visual

Fuente: El cerebro que escribe: Aspectos cognitivos y estructurales - NeuroClass

Desde esta perspectiva, cuando los conceptos son aprendidos a través de la lectura y no de imágenes, videos o infografías, se produce una activación léxica de nuevas conexiones entre los nodos que son relativamente densas y específicas, conformando redes bien definidas, asociadas a la manipulación de símbolos y representaciones internas, que a su vez fortalecen la memoria semántica, el

pensamiento estructurado y la IC. La memoria semántica, representada en la información almacenada sobre las características y atributos que definen los conceptos, así como los procesos que permiten su recuperación de forma eficiente (Schacter & Tulving, 1994), evitara dificultades en la producción del lenguaje, incluyendo mayores fallos en la recuperación de palabras, velocidades de habla más lentas y mayor uso de palabras de relleno (Burke y Shafto, 2004; Burke y Shafto, 2008; Horton, et al, 2010).

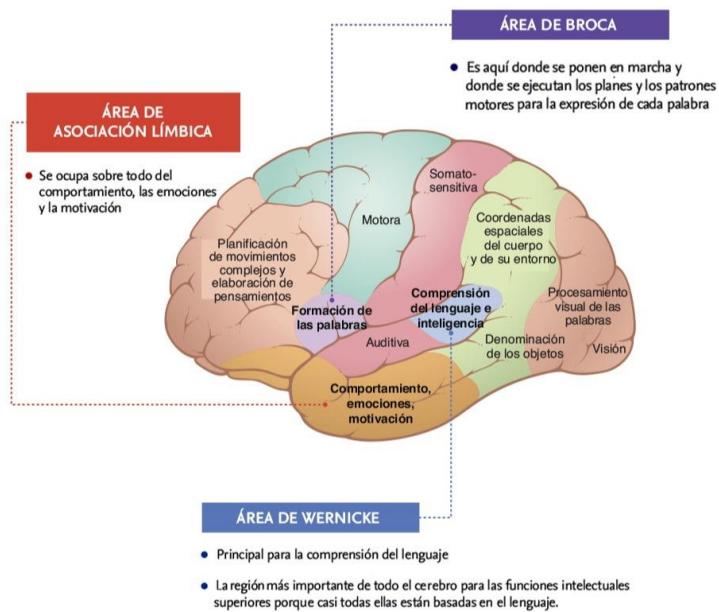


Figura N°4. Áreas comprometidas en el lenguaje  
Fuente: Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica.

En la figura N°4, se pueden apreciar más detalladamente las áreas de Broca y de Wernicke encargadas del lenguaje, ubicadas en el lóbulo temporal izquierdo, y su relación con las áreas de asociación límbica que manejan el campo emocional, que como se vio en la figura N°3, se convierten en un campo transmodal de asociación de diversos impulsos, es decir, que el manejo de las emociones en el aula de clase es esencial para el aprendizaje.

En este mismo sentido se cita la investigación de Kosmyna et al. (2025) en el MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts): titulada *Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task*, que proporciona sustento neurocientífico sobre las implicaciones cognitivas por el uso de la IA en tareas académicas. La investigación recurre a la electroencefalografía (EEG) para evaluar la carga cognitiva durante la escritura de ensayos en tres grupos de estudiantes; 1. Sólo Cerebro, 2. Motor de Búsqueda y 3. LLM/ChatGPT, en la cual se determinó que el grupo que utilizó ChatGPT evidenció la menor carga cognitiva y una disminución de la conectividad neuronal,

con una reducción de hasta el 55% en la actividad de ciertas redes como la frontal-parietal y la occipito-parietal, como se puede apreciar en la figura 5.

## El uso de la inteligencia artificial causa una “deuda cognitiva”

En un estudio del MIT se analizaron los cerebros de tres grupos de personas: el que usa modelos grandes del lenguaje, el que usa motores de búsqueda y el que sólo usa su cerebro para escribir ensayos.

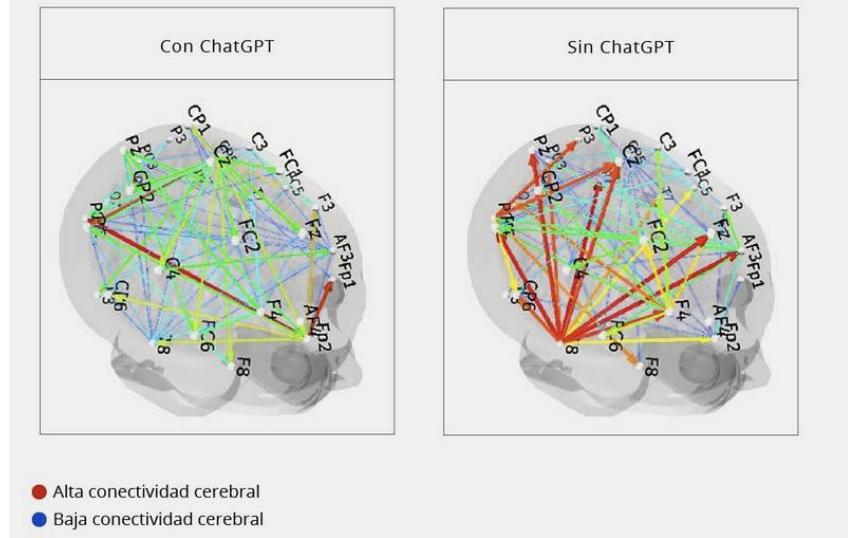


Figura 5. Actividad Neuronal con la IA-G

Fuente: Nataliya Kosmina (2025)

Por su parte, el grupo 1. Sólo cerebro, reveló diferencias significativas en la conectividad cerebral y sus participantes mostraron las redes más fuertes y distribuidas; mientras que los usuarios de la IA evidenciaron la conectividad más débil, demostrando que la actividad cognitiva disminuyó en relación con el uso de herramientas externas, asociadas a la cognición distribuida. Según la investigación; “Durante cuatro meses, los usuarios de la IA obtuvieron un rendimiento consistentemente inferior a nivel neuronal, lingüístico y conductual.” (Kosmyna et al., 2025, p.17). Así mismo, los estudiantes de la IA tuvieron dificultades para citar con precisión su propio trabajo y determinar con exactitud los posibles costos cognitivos de su apoyo en la IA, es decir se les dificulta también el ejercicio metacognitivo. Si bien los LLM ofrecen una comodidad inmediata en relación con la generación de ideas, los hallazgos de Kosmyna et al., (2025) resaltan los posibles costos cognitivos y el poco desarrollo de la IC, como se ha argumentado también en la presente investigación. En el ejercicio experimental de la Dra. Kosmyna, durante cuatro meses los usuarios del programa LLM obtuvieron un rendimiento consistentemente inferior a nivel neuronal, lingüístico y conductual. Estos resultados plantean inquietudes sobre las

implicaciones educativas a largo plazo de la dependencia de la IA y subrayan la necesidad de una investigación más profunda sobre el papel de estas herramientas en el aprendizaje, ante la reducción evidente de la interconexión neuronal como se aprecia en la figura 16.

En resumen, la actividad neuronal evidenciada con neuroimagen y PET, determinan que en el procesamiento semántico hay dos áreas cerebrales que se activan de forma permanente, independientemente de si se trata del almacenamiento o de la recuperación de este tipo de información: el córtex prefrontal izquierdo y el córtex temporal ventral (Campo, et al., 2008). Por su parte, el procesamiento de imágenes se da en esencia en el lóbulo occipital (Ver Figuras 4 y 5) con la corteza visual primaria, que recibe información de la retina, y las áreas visuales secundarias que procesan aspectos como el color, la forma y el movimiento.

Como se dijo, debido a que el cerebro funciona como una unidad compleja en el que los diversos estímulos son procesados en diversas áreas incluso a través de los dos hemisferios, cada experiencia de aprendizaje es individual y no es conveniente generalizar al respecto de que ciertos estilos de aprendizaje son más o menos eficientes que otros. Como el cerebro realiza sus conexiones y redes neuronales con el hilo de la experiencia (Tirapu et al., 2008), resulta posible que individuos con una desarrollada inteligencia y experiencia musical, puedan aprender mejor los conceptos a través de la música que leyendo y escribiendo sobre textos extensos. Pero sí es cierto que los aprendizajes logrados con el ejercicio de la lectura y la escritura, además de implicar las áreas visuales y fonológicas del cerebro, involucran de forma más comprometida la memoria semántica y a su vez generan capacidades léxicas que pueden ser utilizadas en otros contextos.

## Conclusiones

En relación con el objetivo general planteado, el cual pretendía analizar el reemplazo de la cognición representacional y el creciente protagonismo de la cognición distribuida en el desarrollo de la inteligencia cristalizada en estudiantes nativos digitales de ciencias humanas de tres universidades colombianas, se ha podido argumentar que la supuesta condición de *multitasking* que han desarrollado los nativos digitales, en realidad genera un desgaste evidente en el cerebro al obligarlo a transitar de una fuente multimedial a otra en tiempo real (comutación atencional), pues están conectados al mismo tiempo a la vida real, al televisor y al smartphone, el cual multiplica exponencialmente, según las aplicaciones abiertas, las fuentes de información que requieren atención: WhatsApp, redes sociales, correo electrónico, etc., demandando de diversos recursos cognitivos para interpretar la información que cada uno de estos medios le provee y evidentemente haciendo imposible el desarrollo de la atención centrada y sostenida, que tanto necesita la lectura y la escritura, para generar cognición representacional y aprendizaje significativo.

Se puede observar que, mediante la integración de datos cuantitativos de encuestas y evidencia neurocientífica lograda de investigaciones en psicología

cognitiva, la IC que se desarrolla fundamentalmente en los espacios académicos, se genera de manera más expedita con los procesos de cognición representacional y el pensamiento conceptual estructurado con base en la lectura y escritura; capacidades que en la actualidad y frente a las múltiples formas de acceder a la información proveídas por las TI, son las menos utilizadas por los estudiantes ciudadanos digitales en detrimento de su potencial cognitivo.

Se puede concluir que la IC representa una forma superior de la cognición estructurada orientada hacia la producción académica y científica, sustentada en procesos mentales complejos como la lectura crítica y la escritura, procesos que activan redes neuronales especializadas consolidando el pensamiento estructurado. Se evidencia, así que la cognición representacional, con base en el lenguaje y la estructuración conceptual, permite el desarrollo de conexiones neuronales profundas y duraderas que fortalecen las capacidades cognitivas superiores y el afianzamiento del saber en la memoria de largo plazo. Este modelo sigue siendo de gran relevancia en la consolidación de la IC en el contexto universitario mediante, entre otros aspectos, la enculturación propia de dicho proceso.

El horizonte del marco teórico de la investigación enfocado en la educación universitaria actual a nivel de nuevas exigencias de enseñanza y su correspondiente relación con las prácticas pedagógicas con el fin de sugerir estrategias pedagógicas para potenciar las prácticas de aula de los docentes universitarios y ampliar la comprensión de las nuevas formas de aprender de los ciudadanos digitales y las generaciones venideras, que recurren cada vez menos al código escrito y más a otros códigos, formatos y medios de acceso al conocimiento. En esto radica la actual cognición distribuida que llevan adelante los estudiantes universitarios y que se estructura mediante la interacción de estos nuevos códigos y formatos multimediales garantizando un acceso rápido a la información; pero que no quiere decir que implique por sí sola la consolidación del conocimiento profundo ni la activación de redes semánticas complejas necesarias para el pensamiento crítico y reflexivo.

De esta manera, el desafío contemporáneo en el ámbito de la educación superior radica en la integración crítica de ambas perspectivas pedagógicas otorgándoles un rol importante a las nuevas tecnologías, pero sin ir en detrimento del valor trascendental que tiene el lenguaje, con su capacidad estructurante del pensamiento, y la lectura crítica académica.

Se han analizado también las preferencias y hábitos de acceso y uso del conocimiento de los estudiantes ciudadanos digitales de ciencias humanas de tres universidades colombianas, identificando el consumo de formatos multimediales por medio de encuestas, a lo que se puede concluir que se evidencia una clara inclinación de los estudiantes hacia formatos multimediales (videos, infografías y podcasts) en detrimento de los textos académicos impresos o digitales, esto muestra un cambio en los hábitos de acceso al conocimiento. Asimismo, el uso del teléfono celular como herramienta principal para el aprendizaje, seguido de otros

tipos de dispositivos electrónicos, da cuenta de la centralidad de este tipo de equipos en los procesos de cognición distribuida que llevan adelante los estudiantes universitarios, funcionando como una verdadera extensión de su pensamiento, corporalidad y sociabilidad.

La observación y reflexión frente a los hábitos y prácticas comunicativas y de estudio actuales de los estudiantes universitarios, proveídos de toda una nueva gama de formatos y técnicas de acceder a la información y al conocimiento, conduce a los docentes a interrogarse sobre la pertinencia de sus prácticas en el aula, enfocadas por lo general en propuestas instruccionales, que redundan todavía en una transmisión conductista del conocimiento y modelos cognitivos asociados a la interpretación de símbolos bajo un formato representacional (Dussel,2012).

Por otro lado, suponen un reto para las metodologías tradicionales, en particular las centralizadas en la lectura crítica y la escritura académica, centrales en la conformación de la IC. Con vistas a estos resultados, es imprescindible que las universidades tomen conciencia de estas transformaciones, diseñen y lleven adelante propuestas y estrategias didácticas que supongan un equilibrio entre el acceso a estos formatos multimediales con diversas actividades que fomenten el pensamiento estructurado y el uso del lenguaje como medio central de la formación académica.

Finalmente, se establecieron las relaciones entre los patrones de acceso al conocimiento a través de la lectoescritura y los formatos multimediales, por medio de la actividad neuronal obtenida con técnicas de neuroimagen como resonancia magnética (RM) y tomografía por emisión de positrones (PET), se pudo determinar que el hemisferio izquierdo tiende a ser dominante en el procesamiento del lenguaje (lectura y escritura), mientras que ambos hemisferios participan en el procesamiento de imágenes y sonido. Como la lectura y la escritura requieren de la integración de información visual y auditiva, además de las áreas de Wernicke (comprensión del lenguaje) y de Broca (producción del lenguaje), todas estas se comunican entre sí conformando una serie de redes complejas que se extienden por múltiples áreas del cerebro, generando aprendizajes más perdurables y estructurados, así como el desarrollo de la IC. Esto debido a que la actividad neuronal que se desencadena mediante la cognición representacional permite la conformación de redes conceptuales densas y duraderas, importantes para la resolución de problemas, la elaboración de hipótesis y, por ende, la construcción del conocimiento científico.

En contraste, el aprendizaje que surge a partir de la cognición distribuida, aunque útil en determinados contextos, tiende a ser más efímero, fragmentado y superficial, esto debido a la limitada actividad de áreas del cerebro vinculadas con el procesamiento del lenguaje y el pensamiento abstracto.

La creciente integración de las TI en la educación representa tanto oportunidades significativas como retos importantes para educadores, familias y alumnos. Estos

deben abordar de manera urgente su rol y visión crítica para fomentar una inteligencia capaz de generar soluciones factibles y confiables a problemas cruciales como la desigualdad y la pobreza, los conflictos mundiales y regionales, la construcción de sociedades democráticas e inclusivas, y el cambio climático, entre otros. Estas oportunidades y desafíos deben impulsar una dinamización de las relaciones y el saber mediante la colaboración, la creatividad y una distribución más equitativa del conocimiento científico, buscando, en última instancia, una educación de mayor calidad y equidad para todos.

## REFERENCIAS

- Arias, R. (2024). Una “nueva” mirada a la inteligencia, desde el paradigma integrador de la inteligencia espiritual. XVI Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXXI Jornadas de Investigación. XX Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. VI Encuentro de Investigación de Terapia Ocupacional. VI Encuentro de Musicoterapia. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires.
- Broncano, F. (2004). ¿Capacidades metarrepresentacionales y conducta simbólica? *Estudios de Psicología*, 25(2).183-203.
- Burke, D. & Shafto, M. (2004). Envejecimiento y producción del lenguaje. *Current Directions in Psychological Science*, 13(1). 21–24. 10.1111/j.09637214.2004.01301006.x
- Burke, D. y Shafto, M. (2008). Lenguaje y envejecimiento. En Craik, F. y Salthouse, T. (Eds.), *Manual del Envejecimiento y la Cognición*. (3). 373-443.
- Cabrales, O. & González, D. (2024). La Universidad del Mañana, una Nueva Propuesta desde las Capacidades Humanas. Editorial Neogranadina.
- Cabrales, O., Roa, C., & Mortigo, A. (2022). Nuevos formatos de apropiación del conocimiento de los estudiantes universitarios. *Revista Praxis Educativa*. Argentina. 26(3), 1-20. <https://dx.doi.org/10.19137/praxeducativa-2022-260319>
- Campo, P., Maestú, F. Fernández, F. & Ortiz, T. (2008). Memoria. En: Neuroimagen. Técnicas y procesos cognitivos. Maestú, F., Ríos, M. & Cabestrero. R. (EDS). Kindle Edition. Elsevier Health Sciences.
- Castañeda-Castaño, C. (2025). Desafiando el odio digital: competencia sociocultural y literacidad crítica en WhatsApp. *Revista Colombiana De Educación*, (96), e20351. <https://doi.org/10.17227/rce.num96-20351>.
- Carr, N. (2011). Superficiales: Qué está haciendo internet con nuestras mentes. Taurus.
- Carrión, J. (2020). Lo viral. Barcelona: Galaxia Gutenberg.
- Cassany, D. (2000). De lo analógico a lo digital. El futuro de la enseñanza de la composición. *Revista Latinoamericana de lectura*. 21. [http://www.lecturayvida.fahce.unlp.edu.ar/numeros/a21n4/21\\_04\\_Cassany.pdf](http://www.lecturayvida.fahce.unlp.edu.ar/numeros/a21n4/21_04_Cassany.pdf)
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54(1), 1–22. <https://doi.org/10.1037/h0046743>
- Clark, A. y Chalmers, D. (1998), “The Extended Mind”, *Analysis*. 58 (1).7-19.
- Confrey, J. (1990). A review of the research on student conceptions in mathematics, science and programming, *Review of Research in Education*, 16. 3-56.
- Da-Silva, F.L., Slodkowski, B.K., Silva, K.K.A.D., & Cazella, S.C. (2023). A systematic literature review on educational recommender systems for teaching and learning:

- Research trends, limitations and opportunities. *Education and Information Technologies*, 28, 3289-3328. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11341-9>
- Dussel, I. (2012). La formación docente y la cultura digital: métodos y saberes en una nueva época. Paidós. <https://isfd160-bue.infd.edu.ar/sitio/wp-content/uploads/2020/02/02-Dussel-La-Formacion-Docente-y-La-Cultura-Digital.pdf>
- Gertel, V., Karimi, H., Dennis, N., Neely, K., & Diaz, M. (2020). Lexical frequency affects functional activation and accuracy in picture naming among older and younger adults. *Psychology and Aging*, 35(4), 536.
- Hinton, G., & Nowlan, S. (1987). How learning can guide evolution. *Semantic Scholar*, 1, 495-502. <http://www.cs.toronto.edu/~hinton/absps/evolution.htm>
- Horton, W., Spieler, D., & Shriberg, E. (2010). A corpus analysis of patterns of age-related change in conversational speech. *Psychology and Aging*, 25(3), 708–713. DOI:10.1037/a0019424.
- Kress, G. (2003). Literacy in the New Media Age. Londres: Routledge.
- Kosmyna, N., Hauptmann, E., Yuan, Y. T., Situ, J., Liao, X. H., Beresnitzky, A. V., ... & Maes, P. (2025). Your Brain on ChatGPT: Accumulation of Cognitive Debt when Using an AI Assistant for Essay Writing Task. arXiv preprint arXiv:2506.08872.
- Llobregat-Gómez, N. y Sánchez-Ruiz, M. (2015). El Emergente Ciudadano Digital, En: TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería. Manuel G. Gericota y Juan Manuel Santos Gago (EDS). Sociedad de Educación. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7750254>
- Narodowski, M. (2022), Futuros sin escuelas. México: Puerta Abierta Editores.
- Pea, R. (1993). Prácticas de inteligencia distribuida y diseños para la educación. En: Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas. Gavriel Salomon (Comp). Amorrotu Editores.
- Piaget, J. (1977). The essential Piaget. Gruber, H.E.; Voneche, J.J., eds. Basic Books.
- Prensky, M. (2001). Nativos digitales, Inmigrantes digitales. Recuperado de: file:///C:/Users/Personal/Downloads/Nativos-digitales-parte1.pdf
- Rivas, A. (2019), ¿Quién controla el futuro de la educación? Siglo XXI.
- Sabino, C. (2008). Metodología de la investigación. El Cid.
- Salomon, G. (1993). Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas. Gavriel Salomon (Comp). Amorrotu Editores.
- Schacter, D., & Tulving E. (1994). What are the memory systems of 1994? En: Tulving E, editor. Memory Systems. Cambridge: MIT Press; 1994:1-38.
- Rincón, C. & Espitia, A. (2020). La Educación Superior en Colombia en Riesgo ¿Dónde están los estudiantes? *Ecos de Economía*, 24(51), 4-28. Epub January 29, 2022.<https://doi.org/10.17230/ecos.2020.51.1>
- Torres, A. (2024). Tres debates en estudios del lenguaje hoy Semiosis más allá de lo humano, translenguaje y literacidad(es). Noventa Ideas. Pontificia Universidad Javeriana.
- Tirapu, J., Muñoz, J. & Paúl, N. (2008). Funciones Ejecutivas. En: Neuroimagen. Técnicas y procesos cognitivos. Uturbe, Fernando Maestú; Lago, Marcos Ríos; Alonso, Raúl Cabestrero. (EDS). Elsevier Health Sciences. Edición de Kindle.
- Varela, F.; Thompson, E., & Rosch, E. (1991). The embodied mind: cognitive science and human experience. Cambridge, MA: MIT Press.

---

**Research Article**

**TAU eJournal of Multidisciplinary Research**

**Trabajo de investigación desarrollado en el marco del**

*Programa del Posdoctorado Cognitive Neuroscience*

*Applied to Education* (2025).

**TECANA AMERICAN UNIVERSITY, of the USA.**

**Recibido el: 25 de noviembre 2025**

**Aprobado el: 5 de diciembre 2025**

**VOL: 21**

---