

Enmarcando las aplicaciones de IA generativa como herramientas para la cognición en educación

Framing Generative AI applications as tools for cognition in education

 **Dr. Marc Fuertes-Alpiste**

Profesor agregado. Universitat de Barcelona. España

Recibido: 2024/04/06; Revisado: 2024/04/29; Aceptado: 2024/07/01; Online First: 2024/07/05; Publicado: xxxx/xx/xx

RESUMEN

Las aplicaciones de IA generativa permiten funciones útiles para el aprendizaje basadas en la generación de contenido. Este artículo ofrece un marco teórico para entenderlas como herramientas para la cognición (HPC), basado en la perspectiva de la teoría sociocultural, la teoría de la actividad y la cognición distribuida. Esta perspectiva ejemplifica cómo el pensamiento no sólo está empaquetado dentro de la mente, sino que se distribuye entre sujetos, objetos y artefactos, donde las herramientas median la actividad humana y ayudan en las funciones ejecutivas del pensamiento. Encarna una visión en la que los alumnos construyen su conocimiento con ellas, aprovechando sus posibilidades de acción. Es la concepción de aprender "con" la tecnología en lugar de la visión tradicional de aprender "de" la tecnología, donde las aplicaciones tecnológicas se limitan a proporcionar información y a evaluar las respuestas de los estudiantes. Finalmente, describimos las aplicaciones de IA generativa como HPC siguiendo los criterios pragmáticos y pedagógicos de David Jonassen, como la capacidad de representación del conocimiento, la facilitación del pensamiento crítico y significativo (basado en preguntas y *prompts*) y cómo permiten el pensamiento complejo entre estudiantes cuando se utilizan en tareas de aprendizaje, solamente cuando las funciones ejecutivas las realizan ellos.

ABSTRACT

Generative AI applications enable different useful functions for learning based on the generation of content. This paper aims to offer a theoretical framework to understand them as tools for cognition (TFC), framed in the perspective of sociocultural theory and activity theory and distributed cognition. This perspective exemplifies how thought is not only packaged inside the individual's mind, but is distributed among subjects, objects, and artifacts, where tools mediate human activity and help in the executive functions of thought. The perspective of TFC embodies an educational socio-constructivist vision where learners build their knowledge with these tools, taking advantage of their affordances. It is the concept of learning "with" technology instead of the traditional vision of learning "from" technology, where technological applications are limited to providing information and evaluating the students' responses. Finally, we describe Generative AI applications as HPC following David Jonassen's pragmatic and pedagogical criteria, i.e. the capacity of knowledge representation of different subjects, the facilitation of critical and meaningful thinking (based on questioning and prompting) and how they enable complex thinking among students when used in learning tasks, only when executive functions are on the side of the learner.

PALABRAS CLAVES · KEYWORDS

Inteligencia artificial; cognición; procesos de aprendizaje; pensamiento crítico; usos de los ordenadores en educación
Artificial intelligence; cognition; learning processes; critical thinking; computer uses in education

1. Introducción

Las aplicaciones de inteligencia artificial generativa (en adelante IA generativa) tienen un interés creciente en la investigación educativa y se presentan como una oportunidad para personalizar el aprendizaje, como un medio de asistencia personal y como apoyos cognitivos para el pensamiento de orden superior, pero también como una fuente de problemas y sesgos éticos, falta de integridad académica, problemas de privacidad y difusión de información falsa (Crompton & Burke, 2024; Mishra et al., 2024; Walter, 2024).

Según la UNESCO, la IA generativa es "(...) una tecnología de inteligencia artificial (IA) que genera automáticamente contenido en respuesta a indicaciones escritas en interfaces conversacionales de lenguaje natural" (Miao & Holmes, 2024, p.8). Además, utiliza diversas tecnologías de IA para crear contenidos en diversos formatos multimedia (Schellaert et al., 2023). Esta capacidad de generar contenido que sea plausible para las personas es lo que diferencia la IA generativa de las tecnologías de IA del pasado, junto con la dimensión social que se deriva de su propia interfaz: que se basa en el lenguaje natural, y nos comunicamos con ella a través de chats o con nuestra propia voz. Toma la forma de un agente humano con el que los usuarios se relacionan utilizando una característica propiamente humana: el lenguaje (García Brustenga et al., 2018; Mishra et al. 2024).

Existen varias aplicaciones de IA generativa que habilitan diferentes funciones útiles en educación basadas en la generación de contenidos (como ChatGPT, Copilot etc.), ya sea para crear, estructurar, sintetizar, reformular textos o ideas, por parte del alumnado y/o por parte del profesorado, de forma individual y/o colectiva. Las hay que nos guían en la búsqueda de bibliografía (Perplexity), resumen contenido (Scribe, Claude), descomponen tareas complejas en pequeños pasos (Goblin Tools), ayudan con la escritura de código (GitHub Copilot, AlphaCode), y generan contenido en multiplicidad de medios (DALL-E, Sora, Synthesia), entre otras.

Estas posibilidades de aplicación de la IA generativa han sido evaluadas desde el ámbito educativo. Por ejemplo, un informe de la UNESCO de abril de 2023 identificó su uso en educación superior como una ayuda para refinar ideas, como un tutor experto y para el aprendizaje y la enseñanza de los estudiantes, etc. (Sabzlieva & Valentini, 2023). La revisión sistemática de la investigación de Crompton y Burke (2024) identificó sus usos docentes, como el apoyo a la enseñanza y la automatización de tareas, pero también para el aprendizaje de los estudiantes, como mejora en la accesibilidad, la explicación de conceptos difíciles, la actuación como interlocutor, la provisión de retroalimentación personalizada, el apoyo a la escritura, la autoevaluación y para facilitar procesos de participación y de autodeterminación.

Dada la importancia que tienen en el debate educativo actual, este trabajo pretende ofrecer un marco teórico para entender las aplicaciones de la IA generativa como herramientas cognitivas, *mindtools* o herramientas para la cognición (HPC, en adelante) - que parte de la visión de Gavriel Salomon, Roy D. Pea, Howard Rheingold, David Jonassen, entre otros introductores del concepto a finales del siglo XX-, enmarcado en una perspectiva de la teoría sociocultural, la teoría de la actividad y la cognición distribuida. En este momento, se necesitan marcos teóricos para la integración de la IA generativa en educación, que guíen los esfuerzos de investigación y que puedan contribuir a la evolución de estas teorías de la IA en educación (Dawson et al., 2023). Pero también deben estructurar una visión de la educación que sitúe al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, que potencie su agencia (entendida como la capacidad de acción), su autonomía en las funciones ejecutivas de la cognición y de pensamiento crítico, y que no se convierta en un

docente artificial o en un sistema tutorial inteligente. Esto último, creemos, sería una perspectiva limitante. Pretendemos proporcionar conocimiento teórico que informe sobre cómo integrar de manera efectiva las aplicaciones de IA generativa en nuestra práctica educativa. El conocimiento de las filosofías de la educación, que ayudan a dar forma a nuestros puntos de vista, nos proporciona una conciencia de las mejores opciones tecnológicas para obtener los mejores resultados para nuestros alumnos. Esto es lo que subyace a nuestra visión de la educación y de la tecnología y lo que le da coherencia y consistencia (Kanuka, 2008).

2. Aprender *con* tecnología: la perspectiva de las HPC en educación

El uso de las tecnologías digitales en educación para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje ha sido estudiado desde su aparición y diseminación. Derry y Lajoie (1993), Salomon et al. (1991) y Jonassen (1996), distinguieron dos formas de integración de la tecnología en educación: aprender *de* la tecnología y aprender *con* la tecnología, y por simple que parezca, la diferencia en el uso de estas dos preposiciones es enorme. Con los primeros ordenadores, se desarrolló la enseñanza asistida por ordenador (EAO) y los sistemas de tutoría inteligentes (STI). Estos seguían enfoques conductistas (basados en el estímulo-respuesta y en el refuerzo de conductas) y cognitivistas (considerando cómo nuestro proceso de pensamiento se relaciona con la memoria de trabajo, la memoria a largo plazo, los esquemas en nuestros conocimientos previos, la recuperación de la memoria y la retroalimentación elaborada y la personalización del aprendizaje). Este enfoque de aprendizaje se basa en aprender *de* la tecnología, donde la tecnología juega el papel de docente, el que da la información (el *input*) y la retroalimentación, reproduciendo así el enfoque educativo tradicional -centrado en el profesor-, donde la agencia de aprendizaje de los estudiantes es baja.

Por otro lado, el enfoque de aprender *con* la tecnología está centrado en el alumno, y se caracteriza por utilizar la tecnología como una herramienta, destinada a hacer algo con ella, y no como un tutor digital. Por lo tanto, desde esta perspectiva, la cognición recae en el lado del estudiante, que aprovecha las posibilidades de las herramientas digitales para hacer algo que sin ellas no sería posible (o por lo menos, sería más difícil). Esta perspectiva tiene sus raíces en el enfoque constructivista de enseñanza y aprendizaje, el cual entiende que los docentes diseñan actividades centradas en el estudiante con objetivos pedagógicos preestablecidos en las que los estudiantes tienen que construir su propio aprendizaje. De acuerdo con Iiyoshi et al. (2005), esto se lleva a cabo a través de cinco procesos cognitivos diferentes: búsqueda de información, presentación de información, organización del conocimiento, integración del conocimiento y generación de conocimiento. Derivado de ello, los docentes también pueden adoptar una perspectiva constructorista, donde la actividad del alumnado se orienta a la creación de artefactos, desplegando su creatividad (Papert, 1982), o un enfoque socioconstructivista de aprendizaje, donde los estudiantes interactúan activamente con el entorno y/o con sus iguales y/o con los docentes para construir su aprendizaje.

3. La teoría sociocultural como marco teórico de las HPC

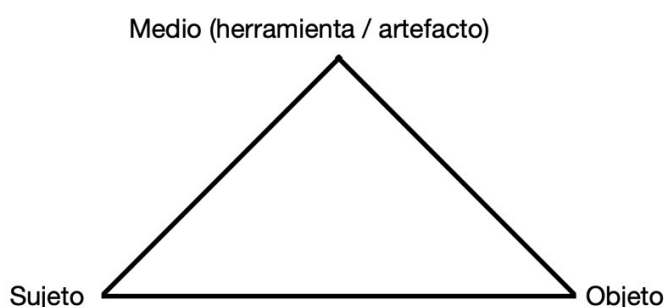
La perspectiva de aprender *con* la tecnología también tiene sus raíces en la teoría sociocultural, creada por Vygotsky, Leontiev y Luria durante la década de los años 20 del S.XX en la Unión Soviética. Esta teoría asume que el desarrollo histórico de la cultura humana es diferente de la evolución biológica humana porque tiene sus propias reglas (Vygotsky, 1978). El desarrollo cultural se basa en el uso de herramientas, creadas por el ser humano para actuar sobre el entorno. Pueden ser herramientas físicas (por ejemplo, un martillo o un destornillador), pero también herramientas simbólicas (por ejemplo, el lenguaje). Las herramientas simbólicas están descontextualizadas del entorno -naturaleza, biología- ya que los símbolos que manipulan son cada vez menos dependientes del contexto espaciotemporal en el que se utilizan. Una persona sin herramientas, solo considerando su evolución biológica, no puede evolucionar; sin herramientas, los saltos cognitivos cualitativos que Vygotsky relaciona con la transición de la cognición elemental -la que se relaciona con lo primario y natural- a la cognición superior -lo "cultural" y lo social- no se producen (Wertsch, 1995).

Esta influencia también tiene un efecto en la construcción de nuevas herramientas que, otra vez, afectarán el entorno físico y cultural y así, sucesivamente. Esto significa que estas herramientas nos hacen, y no son solo una cuestión del presente, sino que vienen de nuestros antepasados, y tendrán un impacto en el futuro. Todo ello implica entender la actividad humana como una acción culturalmente mediada (Engeström & Sannino, 2021). Desde esta posición, la cuestión que gira en torno a si debemos o no usar herramientas digitales en nuestra actividad humana -y aquí realmente nos referimos a "la educación"-, es un falso debate ya que las herramientas forman parte de nosotros. Sin seres humanos no habría cultura humana, pero sin cultura -y sin herramientas culturales- no habría seres humanos tal y como los conocemos.

La teoría sociocultural se basa en la acción mediada culturalmente y suele representarse en forma de triángulo con tres actores en cada vértice (ver Figura 1): En la línea de la parte inferior, entre el *Sujeto* y el *Objeto*, no hay mediación. El *Medio* en el vértice superior es el artefacto (las herramientas) que permite la mediación de la acción del *Sujeto* sobre el *Objeto* (el entorno, los otros sujetos). Esta es una representación de lo que se llama la primera generación de la Teoría de la Actividad (Engeström & Sannino, 2021).

Figura 1

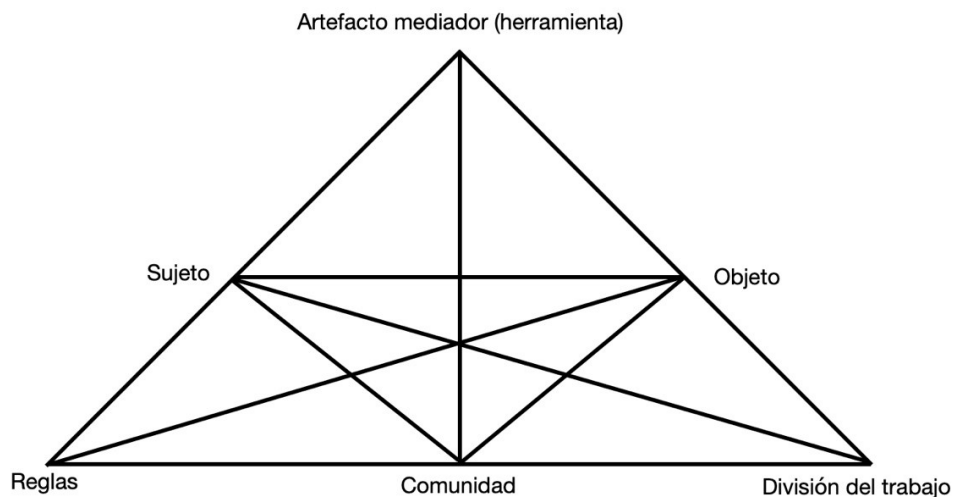
El triángulo de la acción culturalmente mediada



En una segunda generación de la Teoría de la Actividad, el triángulo interactivo de la Figura 1 se amplió para representar la idea de actividad de Leontiev (1978) (no sólo una acción única), lo que ayuda a representar una mediación más amplia (Cole & Engeström, 1993). En la Figura 1, la interacción se basa en la acción individual del Sujeto, mediada por el Medio, pero en la segunda generación (ver Figura 2), la principal unidad de análisis es la actividad, que involucra a una Comunidad (la dimensión social), llevada a cabo siguiendo un conjunto de Reglas (en el lado izquierdo). En el vértice derecho de la base, encontramos la División del trabajo donde la actividad se divide entre participantes y herramientas (Bakhurst, 2009).

Figura 2

Una representación de la segunda generación de la Teoría de la Actividad



Lo que queremos subrayar es que esta mediación sitúa la cognición de las personas dentro de contextos sociales y culturales de interacción y actividad (Salomon, 1993). Podemos decir que este triángulo es un mapa de una cognición distribuida entre personas, comunidad y herramientas y artefactos culturales. En estos sistemas de acción (Figura 1) y de actividad (Figura 2), nuestra mente se distribuye con las herramientas -creando una cognición distribuida- que utilizamos para actuar sobre el entorno (Cole & Engeström, 1993). Por este motivo, es importante entender cómo estas herramientas pueden ofrecer diferentes formas de mediación, y las aplicaciones de la IA generativa pueden tener un papel en la acción humana y en la actividad colectiva como también lo han hecho otras herramientas digitales.

4. Cogniciones distribuidas con herramientas

Con las primeras aplicaciones informáticas fue posible imaginar una colaboración entre los usuarios y las herramientas digitales para un mejor desempeño (Salomon, 1993). Estas herramientas nos ayudan en las tareas, guiando la actividad y aumentando nuestras

capacidades, pero también afectando nuestra cognición cuando interiorizamos estas nuevas formas de acción (Vygotsky, 1978). El concepto de cognición distribuida fue estudiado desde diferentes perspectivas (véase Salomon, 1993), e implica que la actividad necesita adaptar los medios a los fines. Aprovecha las posibilidades de acción (las *affordances*, en inglés) de las herramientas, que son sus propiedades reales y percibidas (Gibson, 1979), pero concretamente como posibles acciones que los usuarios pueden desarrollar con ellas. No es solo lo que el usuario percibe en una herramienta lo que permitirá ciertas operaciones en una actividad social o en una acción individual, sino todas las acciones posibles que podríamos emprender con una herramienta (Norman, 1999) (por ejemplo, con aplicaciones de la IA generativa). Como estas no siempre son evidentes, deben aprenderse (Gibson, 1989).

Cabe mencionar que estas herramientas contienen una inteligencia dentro de sus diseños, lo que Lave (1988) describe como artefactos "míticos", porque ya forman parte de nuestra conciencia y se vuelven invisibles, como un velocímetro en un automóvil o un termostato de casa. De acuerdo con Dubé y McEwen (2017), cuando estamos utilizando herramientas percibimos los símbolos para la comunicación de *affordances* (por ejemplo, la identificación de una caja de chat, un registro de historial en ciertas aplicaciones de IA generativa), las propias *affordances* reales y las *affordances* que pueden ser percibidas en función de nuestras capacidades cognitivas.

Según Clark y Chalmers (1998), existe un externalismo efectivo y activo de nuestra cognición donde el entorno tiene un papel activo en nuestros procesos cognitivos internos. Cuando utilizamos herramientas digitales para manipular información a través de sus opciones, estas permiten procesos cognitivos, aumentando nuestras capacidades cognitivas, como cuando un jugador gira figuras de Tetris para que encajen en los espacios utilizando las opciones del videojuego y no sólo rotándolas mentalmente. La posibilidad de rotación permite al jugador visualizar más rápidamente la acción que se va a realizar que si tuviera que hacerlo solo mentalmente. Como lo describen Kirsh y Maglio (1994), estas son las "acciones epistémicas", que ayudan a descubrir información difícil de procesar y que contribuyen a simplificar las tareas de resolución de problemas. Estas son diferentes de las "acciones pragmáticas", que ayudan a alcanzar un objetivo físico.

Como las tecnologías forman parte de sistemas de actividad (Scribner & Cole, 1981), al tener en cuenta las aplicaciones de IA generativa debemos identificar las actividades que posibilitan. La naturaleza de la actividad afectará a los procesos cognitivos, no solo a la herramienta en sí (Salomon & Perkins, 2005). En este sentido, Sharples (2023) identificó posibles usos interactivos y de aprendizaje social entre los estudiantes y las aplicaciones de IA generativa: exploración de posibles escenarios, como "opponente" socrático, como codiseñador, como ayuda para la interpretación de datos o información, etc.

Al realizar una actividad, la cognición puede estar distribuida entre la persona y la herramienta, y aquí encontramos dos perspectivas significativamente diferentes (Salomon et al., 1991). En primer lugar, la perspectiva sistémica, que es un rendimiento agregado de la persona-herramienta (este es el posicionamiento de Roy D. Pea). La cognición distribuida no es una cuestión de compartir o situar la inteligencia entre la mente, el contexto y las herramientas, sino de extender la inteligencia durante la actividad (Pea, 1993). En segundo lugar, la perspectiva analítica considera las contribuciones específicas de la persona y de las herramientas (este es el posicionamiento de Gavriel Salomon), donde la persona desempeña un papel predominante, sobre todo porque la herramienta realmente no entiende nada durante la cognición distribuida, solo lo hace el individuo. Cuando se habla

de aplicaciones de IA generativa como ChatGPT, esta ha sido una crítica desde el principio como han señalado Chomsky et al. (2023). El sistema no entiende el lenguaje, por lo que no es una inteligencia real la que se extiende entre la persona y la herramienta. Pero esto no significa que estas herramientas no estén ayudando a aliviar la carga cognitiva de una tarea ni que las mismas herramientas contengan inteligencia de origen social como herramientas culturales que son.

Durante una colaboración cognitiva, la persona recibirá los efectos del uso de las herramientas en la cognición, al menos de tres formas distintas: los efectos *con* la tecnología, donde el uso de una tecnología mejora el procesamiento cognitivo y el rendimiento (esto es una aumentación); los efectos *de* la tecnología, donde el uso de la tecnología deja un "residuo cognitivo en forma de competencias mejoradas, que afectan a las actividades distribuidas posteriores" (Salomon, 1993, p.123); y, por último, encontramos los efectos *a través de* la tecnología, donde el uso de la tecnología no solo aumenta nuestra capacidad de procesamiento intelectual, sino que también la reorganiza (Salomon & Perkins, 2005).

David Perkins abogó por la perspectiva de la cognición distribuida con el concepto de la "persona-más" en oposición a la "persona-solista" cuando se trata de tareas y actividades. La "persona-más" aprovecha las herramientas que ayudan a la cognición, así como el aprendizaje de un estudiante no se encuentra solamente dentro de su cabeza, sino también en el sistema "libreta-estudiante" (Perkins, 1993).

Cuando se trata de la colaboración entre seres humanos y agentes artificiales, encontramos el concepto de *inteligencia híbrida integrada*. Este se refiere al incremento de la eficacia en la actividad humana. Sin embargo, pensamos que solo tiene en cuenta la vertiente de la aumentación de las capacidades humanas (aquello cuantitativo, no cualitativo) (Akata et al., 2020; Järvelä et al., 2023). Por ejemplo, según Holstein et al. (2020), esta colaboración en el desempeño y el aprendizaje mutuo se produce para una aumentación en las metas, la percepción, la acción y la toma de decisiones. Creemos que no considera cómo esta colaboración intelectual ocurre dentro de un sistema de acción o de actividad donde la interacción no se limita a la aumentación sino a cómo se reorganiza la actividad humana.

5. Enmarcando las aplicaciones de IA generativa como HPC

Entender las herramientas digitales como HPC significa adoptar una perspectiva de aprendizaje *con* herramientas, y no solo aprender *de* ellas. Se las ha denominado "herramientas para el pensamiento" (Rheingold, 1985), "herramientas cognitivas" (Pea, 1985; Salomon, 1993), "herramientas para la cognición" (HPC) (Pea, 1993), "*mindtools*" (Jonassen, 1996) e "instrumentos psicológicos" (Kozulin, 2000). En el caso de este trabajo, nos decantamos por el término "HPC" porque estas herramientas no son inteligentes y porque son herramientas para el propósito de una actividad, que involucran nuestra cognición. "Herramientas cognitivas" significaría que ya han sido creadas para la cognición, pero muchas de estas aplicaciones han sido creadas con fines abiertos, como es el caso de las aplicaciones IA generativa. Pueden convertirse en HPC dependiendo del propósito educativo que les demos (la perspectiva de aprender *con*). Sin embargo, el significado del término es abstracto y con múltiples de puntos de vista (Kim & Reeves, 2007).

Existen varias clasificaciones de las herramientas digitales como HPC (o *mindtools*) en cuanto a su propia naturaleza y a la naturaleza de las acciones que permiten (Jonassen et al., 1998) o los procesos cognitivos que habilitan (Iiyoshi et al., 2005). Nos parece interesante la clasificación de Kim y Reeves (2007), que considera (1) el tipo de conocimiento que procesan -ya sea general, genérico o específico-, (2) el nivel de interactividad entre usuario y herramienta, y (3) el tipo de representación que permiten -desde lo concreto (isomórfico) hasta lo abstracto (simbólico)-.

Todas estas clasificaciones han quedado anticuadas y no incluyen las aplicaciones de IA generativa. Lo más parecido a ellas que encontramos en estas taxonomías son los sistemas expertos, pero estos son diferentes ya que funcionan con modelos de estudiantes y ponen andamiajes en el aprendizaje de los alumnos dependiendo de cómo estén progresando de acuerdo con dichos modelos. Por el contrario, las aplicaciones de IA generativa se basan en la generación de contenido y en los *prompts* (las instrucciones o peticiones). Puede parecerse a una consulta en una base de datos, pero en este último caso se limita a dar una respuesta que ya se encuentra en su memoria, mientras que las instrucciones en aplicaciones de IA generativa crean automáticamente respuestas nuevas al instante, a imagen y semejanza de un chat. En cualquier caso, las aplicaciones de IA generativa pueden realizar funciones ejecutivas como creadoras de contenido, y los estudiantes pueden simplemente dejar que la aplicación haga toda la tarea de escritura por ellos. Pero, como HPC, deben usarse de manera que las funciones ejecutivas recaigan en la cognición del alumno. Y tienen la particularidad de que pueden ser utilizadas en dominios de conocimiento general, genérico y específico, y su capacidad de representación puede ser concreta o abstracta.

Según Jonassen (1996), hay tres criterios prácticos básicos que las HPC (*mindtools*, en sus términos) deben tener, más seis criterios pedagógicos. A continuación, analizamos estos criterios para enmarcar las aplicaciones de IA generativa como HPC:

5.1. Criterios prácticos

1. Que sean herramientas de ordenador:

Esta primera característica ha quedado obsoleta, ya que han pasado casi tres décadas y las herramientas digitales son ahora omnipresentes en nuestras actividades de la vida cotidiana. De hecho, las aplicaciones de IA generativa son herramientas digitales que se basan en Modelos de Lenguaje Grande (*Large Language Models*, en inglés). Podemos acceder a ellas a través de aplicaciones basadas en la nube, utilizando ordenadores, teléfonos móviles inteligentes y tabletas.

2. Que estén disponibles como herramientas (digitales):

Normalmente, las aplicaciones de IA generativa son accesibles después de hacer un registro en sus correspondientes plataformas. Estas herramientas toman la forma de chatbots y permiten el uso de lenguaje natural. Este tipo de interfaz es usable, ergonómica y muy familiar para los estudiantes y los docentes, ya que muchas de las aplicaciones de comunicación se basan en ella.

3. Que sean asequibles para todos:

Las herramientas de IA generativa se expanden espectacularmente (Alier et al., 2024). OpenAI afirma tener la misión de "garantizar que la inteligencia artificial general beneficie a toda la humanidad" (OpenAI, 2024), y a pesar de no estar del todo seguros de cuán sincera es esta intención, por ahora ofrecen algunas de las funciones de ChatGPT de forma gratuita, aunque otras están bajo licencia. Esto también ocurre con otras herramientas de tipo GPT, muchas de ellas gratuitas para docentes y educadores.

5.2. Criterios pedagógicos

4. Capacidad de representación del conocimiento:

Las aplicaciones de IA generativa tienen la capacidad de escribir de forma plausible como característica especial. Pueden resumir, traducir, parafrasear en diferentes estilos y registros de voz, y generar todo tipo de contenido a partir de su base de datos, o a partir de datos introducidos por el usuario. Las personas pueden utilizarlas para tareas que implican el uso de información, muy comunes en entornos educativos. Cuando se trata de información, existe el conocimiento, su representación, la recuperación de información y los procesos de construcción (Perkins, 1993).

5. Generalizable a dominios de conocimiento diferentes:

Según Schellaert et al. (2023), existen tres propiedades únicas de las aplicaciones de IA generativa. En primer lugar, encontramos la flexibilidad en la diversidad de peticiones y respuestas y en la capacidad multimodal de estos sistemas. En segundo lugar, la generalidad, ya que se pueden aplicar a una amplia gama de tareas. Y, por último, la originalidad, ya que permiten la generación de contenidos nuevos y originales. Tienen una base de conocimientos que puede ser muy amplia como la de ChatGPT, pero muchas de estas aplicaciones se pueden personalizar agregando una base de conocimientos.

6. Fomentan el pensamiento crítico:

Uno de los peligros que la comunidad educativa ha identificado en las herramientas de IA generativa es que pueden ser utilizadas de forma no ética (Crompton & Burke, 2024; Sharples, 2023). Existe el temor de que el estudiante pueda hacer trampa con ellas y entregue tareas que han sido escritas directamente con estas aplicaciones. Si esto sucede, entonces, la participación cognitiva del estudiante en la tarea es baja (en el sentido de que el estudiante revisa mínimamente lo que la IA generativa ha creado) o nula. Esto no tiene nada que ver con el pensamiento crítico, al contrario, promueve un procesamiento superficial de la información.

Pero las aplicaciones de IA generativa tienen la posibilidad de promover el pensamiento crítico cuando se utilizan como HPC. Es importante señalar que el objetivo es involucrar y mejorar la cognición de los alumnos mediante esta colaboración. La cognición se activa cuando los estudiantes desarrollan una actividad que implica pensar de manera significativa, para acceder, representar, organizar e interpretar información, ayudando a los estudiantes a pensar por sí mismos, haciendo conexiones y creando nuevos conocimientos (Kirschner & Erkens, 2006).

Para ello, el uso de estas aplicaciones como HPC debe orientarse a la actividad y, por tanto, a sus objetivos. Esto significa que el alumno debe proporcionar indicaciones a la herramienta y refinarlas críticamente para obtener los mejores resultados. Eager y Brunton (2023) propusieron un proceso de *prompts* que comienza con el establecimiento de un objetivo y una especificación de la forma que debe adoptar la respuesta, escribiendo el *prompt* y probarlo e iterarlo hasta obtener el resultado deseado.

Proporcionar buenos *prompts* (a lo que se refiere la ingeniería de *prompts*) es una habilidad deseable para la alfabetización en IA y para aprovechar las aplicaciones de IA generativa para el aprendizaje, ya que requiere una cadena lógica de razonamiento (Knoth et al., 2024). Al tener que dar una instrucción (el *prompt*) a la aplicación para provocar una respuesta, el estudiante debe utilizar un lenguaje simple y claro, dando ejemplos para modelar el resultado deseado, proporcionar contexto y, lo que es más importante, refinar e iterar, cuando sea necesario, manteniendo también un comportamiento ético y responsable (Miao & Holmes, 2023).

Es importante fomentar la alfabetización en IA incluyendo la ingeniería de *prompts* para comprender qué funciona mejor para generar respuestas adecuadas, lo que implica pensar de forma crítica y creativa. Esto se puede hacer con un *prompt* único y genérico para obtener una respuesta genérica (los *zero-shot prompts*) o con un *prompt* que el usuario va afinando con ejemplos que debería de contener la respuesta, hasta obtener la adecuada (los *few-shot prompts*). Se trata de *prompts* de entrada-salida, pero también podemos desarrollar *prompts* de cadena de pensamiento (*chain of thought prompts*) donde se le pide al programa que explique el resultado paso a paso, para que pueda evaluarse a fondo y contribuir a cultivar el pensamiento crítico en educación (Walter, 2024).

Además, a la hora de escribir *prompts*, es necesario que el usuario posea una buena base de conocimiento del contenido para poder evaluar las respuestas o resultados obtenidos, que se suman a las habilidades de pensamiento crítico necesarias para verificarlas y a la necesaria iteración del refinamiento del *prompt* (Cain, 2024; Eager y Brunton, 2023). Este es el conocimiento (habilidades, actitudes y disposiciones) requerido para aprender hechos, y es la base de conocimiento para el pensamiento crítico y el pensamiento creativo (Jonassen 1996; Perkins, 1993). Las habilidades de pensamiento complejo, como la resolución de problemas, el diseño y la toma de decisiones, que son funciones ejecutivas de la cognición, pueden apoyarse en herramientas (Perkins, 1993).

7. Permiten la transferencia de aprendizaje:

Según Jonassen (1996), la transferencia de aprendizaje está directamente relacionada con la resolución de problemas, por lo que cualquier pensamiento que promuevan las aplicaciones de IA generativa facilita la resolución de problemas y la transferencia de aprendizaje. Las HPC son herramientas generalizables y se pueden utilizar en diferentes entornos para facilitar la cognición (Kirschner & Erkens, 2006). Por su parte, las aplicaciones de IA generativa no dependen de un dominio de conocimiento concreto, por lo que puede ocurrir una transferencia de habilidades entre dominios distintos, como ocurre con la escritura de *prompts* para interactuar con estos sistemas (Walter, 2024).

Cuando hablamos de los efectos *con* y los efectos *de* la tecnología (Salomon, 1993), nos referimos a que es deseable lograr una transferencia de habilidades desde la colaboración cognitiva donde la persona se va volviendo más autónoma con el tiempo.

8. Permiten un formalismo de pensamiento simple y potente:

El uso de aplicaciones de IA generativa como HPC significa una implicación en actividades complejas que promuevan el pensamiento profundo, y no actividades de estímulo-respuesta, o que funcionen como agentes inteligentes tutoriales (con agencia). Esta colaboración no sólo se basa en el aumento de la acción, sino también en la reorganización de la actividad. Este es el caso del estudio de Nguyen et al. (2024) sobre el uso de una herramienta de escritura de IA generativa para estudiantes de doctorado, donde las iteraciones e interacciones con la herramienta mostraron un mejor rendimiento en la escritura en comparación con aquellos estudiantes que únicamente usaron la herramienta como fuente de información. Un estudio de educación en enfermería (Simms, 2024) que utilizaba IA generativa mostró que los estudiantes podían reflexionar sobre sus preguntas, sobre las respuestas obtenidas y sobre la toma de decisiones en la resolución de problemas (estas son funciones ejecutivas). Por lo tanto, su uso contribuyó a un proceso constructivista de creación de significado.

9. Son fáciles de aprender:

Las aplicaciones de IA generativa tienen una carga cognitiva intrínseca manejable que afecta positivamente al aprendizaje. De hecho, cuando se utilizan en una tarea de aprendizaje, deberían ayudar a aumentar la carga cognitiva pertinente para mejorar el proceso de adquisición de nuevos conocimientos en la memoria a largo plazo. Estas herramientas se basan en una interfaz en forma de chatbox, que es común en otras aplicaciones populares de comunicación digital. No hay una carga cognitiva que afecte a su adopción como HPC, únicamente el peligro de entenderlas y adoptarlas como agentes inteligentes fiables de los que aprender. Por ello, la alfabetización en IA debe añadirse en los marcos de competencia digital docente como Digcompedu (Punie & Redecker, 2017) para que tanto los educadores como los estudiantes puedan aprovechar los beneficios de las aplicaciones de IA generativa y evitar sus deficiencias.

6. Conclusiones

Hemos ofrecido un marco teórico que sitúa las aplicaciones de la IA generativa bajo la perspectiva de las HPC en educación. Las HPC no son un tipo específico de tecnología, sino un concepto o una metáfora sobre cómo integrar la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje para potenciar el aprendizaje constructivista y/o socio-constructivista, donde los estudiantes las utilizan como herramientas destinadas a aprender *con* ellas, estableciendo una colaboración cognitiva, y donde ellos tienen el papel principal y la agencia, no la herramienta. Esta es la visión opuesta del aprender *de* las aplicaciones de IA generativa.

La teoría sociocultural y la teoría de la actividad funcionan como marco teórico general para entender las herramientas digitales como medios para la actividad distribuida entre personas, contexto y herramientas. Existe una distribución de la cognición entre la persona y las HPC para poder ir más allá en un sistema conjunto de persona(s)-herramienta(s). Sin ellas, la tarea podría ser difícil o incluso imposible de llevar a cabo.

Las aplicaciones de IA generativa cumplen con los requisitos prácticos y pedagógicos identificados por David Jonassen (1996) para funcionar como HPC. De este modo, hemos actualizado la clasificación anterior de "*mindtools*" propuesta por Jonassen agregando estas herramientas específicas de IA. Estas destacan como HPC para el pensamiento crítico basado en los *prompts*.

Para convertirse en HPC, necesitan que se les dé un propósito para alcanzar un objetivo, alguna forma de motivación para la actividad de aprendizaje. Si queremos aprovechar su potencial en educación, es necesario entender sus posibilidades de acción (las *affordances*) que pueden promover el aprendizaje. La perspectiva de las HPC redirige la práctica educativa desde el individuo sin herramientas, o desde el individuo que utiliza la tecnología que actúa como un tutor artificial (la visión tradicional de la educación centrada en el profesor), hacia el reconocimiento de la colaboración cognitiva entre los estudiantes y las HPC. No es que tengamos la posibilidad de incluir su uso en la educación, sino que debemos fomentarlo activamente para un futuro de colaboraciones cognitivas que dotarán a los estudiantes de competencias y habilidades que van a encontrar en su futura vida profesional (DeFalco y Sinatra, 2019; IFTF, 2017; Perkins, 1993), y que no se basarán en la *persona-solista* de la que hablaba Perkins (1993).

Las herramientas digitales solo deben utilizarse para el dominio de habilidades y competencias y no para que nos sustituyan en su dominio y aplicación (Salomon, 1993). Las HPC deben ayudar a los estudiantes a pensar, no a apoderarse de su cognición simplemente descargándola o haciendo todo el trabajo por ellos. No deben realizar las funciones ejecutivas de los estudiantes (por ejemplo, la toma de decisiones), sino facilitar un pensamiento más profundo aprovechando sus acciones epistémicas (Kim y Reeves, 2007). Es fundamental que cuando se utilicen en entornos educativos, los docentes diseñen actividades que las integren, pero asegurando que los estudiantes las usarán para revisar sus *inputs* y *outputs*, para refinar las instrucciones (los *prompts*) y, finalmente, mejorar sus habilidades de pensamiento crítico, porque las respuestas que obtenemos de las aplicaciones de IA generativa pueden ser opacas (Bearman & Ajjawi, 2023).

Todavía estamos en las primeras etapas de la integración de las aplicaciones de IA generativa en procesos de enseñanza y aprendizaje y de conocer sus posibilidades para la cognición distribuida. Se necesitan más investigaciones para arrojar luz sobre estas posibles cogniciones distribuidas, para identificar el uso de sus acciones epistémicas.

Referencias

- Akata, Z., Balliet, D., de Rijke, M., Dignum, F., Dignum, V., Eiben, G., Fokkens, A., Grossi, D., Hindricks, K., Hoos, H., Hung, H., Jonker, C., Monz, C., Neerincx, M., Oliehoek, F., Prakken, H., Schlobach, S., van der Gaag, L., ..., Welling, M. (2020). A Research Agenda for Hybrid Intelligence: Augmenting Human Intellect with Collaborative, Adaptive, Responsible, and Explainable Artificial Intelligence. *Computer*, 53(8), pp.18-28, <http://doi.org/10.1109/MC.2020.2996587>
- Alier, M., García-Peñalvo, F.J., & Camba, J.D. (2024). Generative Artificial Intelligence in Education: From Deceptive to Disruptive. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), pp. 5-14. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.011>
- Bakhurst, D. (2009). Reflections on activity theory. *Educational Review*, 61(2), 197–210. <https://doi.org/10.1080/00131910902846916>

- Bearman, M., & Ajjawi, R. (2023). Learning to work with the black box: Pedagogy for a world with artificial intelligence. *British Journal of Educational Technology*, 54, 1160–1173. <https://doi.org/10.1111/bjet.13337>
- Cain, W. (2024). Prompting Change: Exploring Prompt Engineering in Large Language Model AI and Its Potential to Transform Education. *TechTrends*, 68, 47–57. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00896-0>
- Chomsky, N., Roberts, I., & Watumull, J. (2023, March 8). The false promise of ChatGPT. *The New York Times*. <https://shorturl.at/gvmOw>
- Clark, A., & Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7–19. <https://shorturl.at/wj9RI>
- Cole, M. & Engeström, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. In G. Salomon (ed.), *Distributed cognitions. psychological and educational considerations* (pp. 1-46). Cambridge University Press.
- Crompton, H., & Burke, D. (2024). The Educational Affordances and Challenges of ChatGPT: State of the Field. *TechTrends* 68, 380–392. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00939-0>
- Dawson, S., Joksimovic, S., Mills, C., Gašević, D. & Siemens, G. (2023), Advancing theory in the age of artificial intelligence. *British Journal of Educational Technology*, 54, 1051-1056. <https://doi.org/10.1111/bjet.13343>
- DeFalco, J.A. & Sinatra, A.M. (2019). Adaptive Instructional Systems: The Evolution of Hybrid Cognitive Tools and Tutoring Systems. In R. Sottilare, J. Schwarz (eds) *Adaptive Instructional Systems. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol. 11597. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22341-0_5
- Derry, S. J., & LaJoie, S. P. (1993). A middle camp for (un)intelligent instructional computing: An introduction. In S. P. Lajoie & S. J. Derry (Eds.), *Computers as cognitive tools* (pp. 1-14). Lawrence Erlbaum Associates. (pp.2-4).
- Dubé, A. K., & McEwen, R. N. (2017). Abilities and affordances: factors influencing successful child–tablet communication. *Education Tech Research Dev.* 65, 889–908 <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9493-y>
- Eager, B., & Brunton, R. (2023). Prompting Higher Education Towards AI-Augmented Teaching and Learning Practice. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 20(5). <https://doi.org/10.53761/1.20.5.02>
- Engeström Y. & Sannino, A. (2021) From mediated actions to heterogenous coalitions: four generations of activity-theoretical studies of work and learning, *Mind, Culture, and Activity*, 28(1), 4-23, <http://doi.org/10.1080/10749039.2020.1806328>
- Garcia Brustenga, G., Fuertes-Alpiste, M. & Molas-Castells, N. (2018). *Briefing paper: chatbots in education*. eLearning Innovation Center, Universitat Oberta de Catalunya. <https://doi.org/10.7238/elc.chatbots.2018>
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin Company.

- Gibson, E. J. (1989, July). Learning to perceive or perceiving to learn? Paper presented to *the International Society for Ecological Psychology*, Oxford.
- Holstein, K., Alevan, V., & Rummel, N. (2020). A Conceptual Framework for Human–AI Hybrid Adaptivity in Education. In: I. Bittencourt, M. Cukurova, K. Muldner, R. Luckin, E. Millán. (eds) *Artificial Intelligence in Education. AIED 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12163. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52237-7_20
- IFTF [Institute for the Future]. (2017). *The next era of human / machine partnerships. Emerging technologies' impact on society and work 2030*. Institute for the Future & Dell Technologies. <https://shorturl.at/4DJUD>
- Iiyoshi, T., Hannafin, M. J., & Wang, F. (2005). Cognitive tools and student-centered learning: rethinking tools, functions and applications, *Educational Media International*, 42(4), 281-296. <https://doi.org/10.1080/09523980500161346>
- Järvelä, S., Nguyen, A., & Hadwin, A. (2023). Human and artificial intelligence collaboration for socially shared regulation in learning. *British Journal of Educational Technology*, 54, 1057–1076. <https://doi.org/10.1111/bjet.13325>
- Jonassen, D. H. (1996). *Computers in the classroom. Mindtools for critical thinking*. Prentice Hall.
- Jonassen, D. H., Carr, C. Yueh, H. P., (1998). Computers as mindtools for engaging learners in critical thinking. *TechTrends*, 43(2), 32-35. <https://doi.org/10.1007/BF02818172>
- Kanuka, H. (2008). Understanding e-learning technologies-in-practice through philosophies-in-practice. In T. Anderson (Ed.), *The theory and practice of online learning* (2nd ed., pp. 91–118). Athabasca University Press.
- Kim, B., & Reeves, T. C., (2007). Reframing research on learning with technology: in search of the meaning of cognitive tools. *Instructional Science*, 35, 207-256. <https://doi.org/10.1007/s11251-006-9005-2>
- Kirschner, P. A., & Erkens, G. (2006). Cognitive Tools and Mindtools for Collaborative Learning. *Journal of Educational Computing Research*, 35(2), 199-209. <https://doi.org/10.2190/R783-230M-0052-G843>
- Kirsh, D. & Maglio, P. (1994). On Distinguishing Epistemic from Pragmatic Action. *Cognitive Science*, 18, 513-549. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1804_1
- Knoth, N., Tolzin, A., Janson, A. & Leimeister, J. M. (2024). AI literacy and its implications for prompt engineering strategies. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100225>
- Kozulin, A. (2000). *Instrumentos psicológicos. La educación desde una perspectiva sociocultural*. Paidós.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge University Press.
- Leontiev, A. N. (1978). *Activity, consciousness, and personality*. Prentice-Hall.
- Miao, F., & Holmes, W. [UNESCO] (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO

- Mishra, P., Oster, N. & Henriksen, D. (2024). Generative AI, Teacher Knowledge and Educational Research: Bridging Short- and Long-Term Perspectives. *TechTrends* 68, 205–210. <https://doi.org/10.1007/s11528-024-00938-1>
- Nguyen, A., Hong, Y., Dang, B., & Huang, X. (2024). Human-AI collaboration patterns in AI-assisted academic writing. *Studies in Higher Education*, 1–18. <https://doi.org/10.1080/03075079.2024.232359>
- Norman, D. A. (1999). Affordance, conventions, and design. *Interactions*, 6(3), 38–43.
- Open AI (2024, May 10). *Open AI*. About. <https://openai.com/about/>
- Papert, S. (1982). *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. Harvester Press.
- Pea, R. D. (1985). Beyond amplification: Using the computer to reorganize mental functioning. *Educational Psychologist*, 20(4), 167-182. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2004_2
- Pea, R. D. (1993). Practices of distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (ed.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations* (pp. 47-87). Cambridge University Press.
- Perkins, D. N. (1993). Person-plus: a distributed view of thinking and learning. In G. Salomon (ed.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations* (pp. 88-110). Cambridge University Press.
- Punie, Y., & Redecker, C (Eds.). (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompedu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/178382>
- Rheingold, H. (1985). *Tools For Thought: The History and Future of Mind-Expanding Technology*. The MIT Press.
- Sabzalieva E. & Valentini, A. [UNESCO] (2023). *ChatGPT and artificial intelligence in higher education: quick start guide*. UNESCO.
- Salomon, G. (1993). No distribution without individuals' cognition: a dynamic interactional view. In G. Salomon (ed.), *Distributed cognitions. Psychological and educational considerations* (pp. 111-138). Cambridge University Press.
- Salomon, G. & Perkins, D. (2005). Do technologies make us smarter? Intellectual amplification with, of and through technology. In R. Sternberg, R. and D. Preiss (eds.), *Intelligence and Technology: The Impact of Tools on the Nature and Development of Human Abilities* (pp. 71-86). Lawrence Erlbaum.
- Salomon, G., Perkins, D. N., & Globertson, T. (1991). Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher*, 20(3), 2-9. <https://doi.org/10.3102/0013189X0200030>
- Schellaert, W., Martínez-Plumed, F., Vold, K., Burden, J., Casares, P., A. M., Sheng Loe, B., Reichart, R., Ó hÉigearthaigh, S., Korhonen, A., & Hernández-Orallo, J. (2023). Your Prompt is My Command: On Assessing the Human-Centred Generality of Multimodal Models. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 77, 377-394. <https://doi.org/10.1613/jair.1.14157>
- Scribner, S. & Cole, M. (1981). *The psychology of literacy*. Harvard University Press.

- Sharples, M. (2023). Towards social generative AI for education: theory, practices and ethics. *Learning: Research and Practice*, 9(2), 159–167. <https://doi.org/10.1080/23735082.2023.2261131>
- Simms, Rachel Cox DNP, RN, FNP-BC. (2024). Work With ChatGPT, Not Against: 3 Teaching Strategies That Harness the Power of Artificial Intelligence. *Nurse Educator*, 49(3), 158-161. <http://doi.org/10.1097/NNE.0000000000001634>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Harvard University Press.
- Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(15). <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3>
- Wertsch, J. V. (1995). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Paidós.