RMIE, 2026, VOL. 31, NÚM. 111, PP. 951-977 • https://doi.org/10.66708/rmie.v31i111.2052

Investigación temática

EL SUJETO SINTÉTICO EN LA INTERACCIÓN DIDÁCTICA

La inteligencia artificial generativa en la tríada pedagógica extendida

GILBERTO CASTILLO PEÑA / ALEJANDRA AVALOS-ROGEL

Resumen:
La inteligencia artificial generativa (IAG) ha trastocado las dinámicas educativas en la interacción durante el aprendizaje, con formatos tecnológicos alternativos de acceso al conocimiento. Mediante un estudio teórico conceptual apoyado con referente empírico, este trabajo caracteriza la interacción con la IAG con y sin mediación docente, la producción de significados y las nuevas relaciones epistémicas. Se recupera la noción de sujeto sintético, que perfila un tercer actor que reconfigura la tríada pedagógica estudiada por Chevallard, y replantea la interacción como paridad, acoplamiento y portabilidad. Las conclusiones apuntan a una cognición humana extendida a los artefactos acorde con Clark y Chalmers, al establecimiento de definiciones teóricas sobre la interacción humano no-humano y a la necesidad de continuar los estudios en torno a la formación, la cognición y usos de la IAG.

Abstract:
Generative Artificial Intelligence (GenAI) has disrupted educational dynamics, reshaping the interaction that takes place during learning and introducing alternative technological formats for accessing knowledge. Through a theoretical-conceptual study supported by an empirical referent, this article characterizes interaction with GenAI with and without teacher mediation, the production of meaning, and the new epistemic relations involved. It takes up the notion of the synthetic subject, which delineates a third actor that reconfigures the pedagogical triad examined by Chevallard and recasts interaction as parity, coupling and portability. The conclusion points to a human cognition extended to artifacts, in line with Clark and Chalmers; to the establishment of theoretical definitions of human-non-human interaction; and to the need for further research on training, cognition and the use of GenAI.

Palabras clave: inteligencia artificial; cognición; epistemología; proceso de aprendizaje.
Keywords: Artificial intelligence; cognition; epistemology; learning processes.

Gilberto Castillo Peña: docente investigador de tiempo completo de la Escuela Normal Superior de México, Coordinación de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas. Ciudad de México, México. CE: gil29095@gmail.com / https://orcid.org/0009-0003-0392-636X (autor de correspondencia)

Alejandra Avalos-Rogel: docente investigadora de tiempo completo de la Escuela Normal Superior de México, Coordinación de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de la Matemática. Ciudad de México, México. CE: alejandra.avalos@normales.mx / https://orcid.org/0000-0003-3650-4887

Introducción

La inteligencia artificial (IA) es una tecnología que permite simular funciones cognitivas humanas, como el razonamiento, el aprendizaje, la resolución de problemas o la toma de decisiones. El aprendizaje en las máquinas (*machine learning*) es un proceso por el cual los sistemas logran el reconocimiento de patrones y el ajuste de sus parámetros gracias a grandes cantidades de datos y a un algoritmo llamado red neuronal profunda (*deep learning*).

La inteligencia artificial generativa (IAG) es una modalidad de IA que se basa en modelos de lenguaje masivo (*Large Language Model,* LLM) y de un mecanismo de atención a cadenas de significados (*transformer*); estos le permiten generar contenidos (textos, imágenes, vídeos, códigos y resúmenes), que son una combinación creativa de lo aprendido, e incorporar información de la interacción con la o el usuario,[1] mediante las elecciones en la red y los *prompts*, que son los mensajes, textos, preguntas e interacciones diversas en ventanas específicas.

Es posible considerar la IA desde una perspectiva cognitiva. Melin (2026) indica que la herramienta tiene sus propias formas de indagación y resolución de problemas, lo que en principio sugiere que hay cierta independencia de las máquinas en relación con las personas. En la interacción, cuando la información es insuficiente o hay baja posibilidad de correspondencia con la demanda, la tecnología pide más información para completar la que tiene. Melin (2026:26'48") diría: "Es precisamente lo que nosotros hacemos cuando no sabemos realmente qué hacer".

Las máquinas con IA reproducen conductas sin experiencia interna ni comprensión. Por ejemplo, simulan conversaciones coherentes y comprensibles para el interlocutor humano; algunas versiones incluyen funciones de "diálogo afectivo". Esto les permite detectar, interpretar y responder a emociones, lo que vuelve muy borroso el límite entre mensajes humanos y chatbots.

Con la incorporación de la IA, el ámbito educativo se ha transformado de manera tan sutil y rápida, que incluso su regulación gubernamental apenas comienza. Ramón, Edel-Navarro y Figueroa-Rodríguez (2021:792) advierten sobre cambios educativos multidimensionales relacionados con el contexto, el ambiente tecnológico, la sociedad con formas alternativas de comunicación y acceso a la información, las competencias de alfabetización digital, las necesidades actuales de los educandos y nuevos posicionamientos

en cuanto al aprendizaje; estos nuevos contextos llevan a sostener que "se aprende haciendo y descubriendo".

Esto instala nuevos retos para los educadores, pues tiene implicaciones en las estrategias de enseñanza, el posicionamiento ético y nuevas reglas de convivencia frente a su uso. En el caso de la educación superior, acelera la generación de conocimiento multidisciplinar que atiende viejos problemas en nuevas realidades. En la formación de docentes, apenas comienza a documentarse su impacto en el currículo, en la producción de textos académicos o en las prácticas de introducción a la planeación didáctica, entre otros (García, Treviño y Hernández, 2025).

El presente documento tiene como propósito recuperar el modelo didáctico de la tríada pedagógica de Chevallard (1991) –que explica y articula las relaciones entre el alumno, el docente y el conocimiento– y replantearlo a la luz de las teorías de la cognición extendida (Clark y Chalmers, 1998) y las perspectivas interaccionistas (Bazdresch, 2021) para disponer de un andamiaje con el que se analice la manera en que interactuamos con la realidad mediante la tecnología.

Aquí cabe preguntarse: ¿puede hablarse de transformaciones pedagógicas en la práctica educativa con la aparición de la inteligencia artificial generativa? Para responder, nos hemos propuesto analizar la nueva realidad a partir de estudios recientes, de 2022 a la fecha, es decir, a partir del lanzamiento del primer chat conversacional.

En cuanto a las implicaciones que el uso tecnológico tiene en el ámbito educativo, Jimenez-Hernandez (2026) sostiene que el uso de IAG no es neutro, implica consideraciones epistemológicas a varios niveles, modifica las relaciones sociales, los valores culturales y las estructuras de poder; el autor señala que, desde la teoría crítica de la tecnología, se ponen de manifiesto disputas sociales, intereses económicos y racionalidades políticas. Es necesario considerar que el sistema educativo se enfrenta a nuevas exigencias, especialmente cuando afirma que la IAG genera resultados inmediatos, mientras que, en la tradición pedagógica, los aprendizajes llevan tiempo; asimismo, el debate se manifiesta entre las limitaciones éticas y la posibilidad de que la IAG se convierta en un contenido de enseñanza.

La IAG en el contexto de la investigación educativa

La IAG se ha incorporado al quehacer educativo. Los estudiantes la utilizan para consultas, resolución de dudas, apoyo en la comprensión y elaboración

de tareas y proyectos. Los docentes y autoridades la emplean en la planificación, el diseño de estrategias y la elaboración de materiales. Estos usos muestran la necesidad de transformar la formación y la práctica profesional.

Con la llegada de internet a los espacios escolares ha sido necesario realizar reconstrucciones pedagógicas. Prendes-Espinosa (2023) identifica cuatro revoluciones tecnológicas que han modificado la forma en que se percibe o utiliza la tecnología en el ámbito educativo: el uso de los videos y computadoras con programas especializados para explorar contenidos en contextos locales; la llegada del internet permitió el acceso al conocimiento más allá del aula; la Web 2.0 llevó el uso de redes sociales, los usuarios son productores de contenido, se incorpora el uso colaborativo y las redes de aprendizaje; y la cuarta aparece con el lanzamiento del ChatGPT en noviembre de 2022. No ha quedado claro qué elementos de impacto teóricos o de uso están implicados en la última revolución. Prendes-Espinosa (2023) hace una crítica en cuanto a los alcances, ya que si bien se han explorado ideas innovadoras, desde su punto de vista no parece que existan cambios sustantivos en la práctica escolar.

Jimenez-Hernandez (2026) coloca a la IA como uno de los principales motores de transformación tecnológica del siglo XXI, con impactos profundos y sostenidos en la vida cotidiana, la economía, la cultura y los sistemas educativos a escala global. A diferencia de innovaciones tecnológicas previas, la IAG no se limita a la automatización de tareas repetitivas, sino que introduce sistemas capaces de aprender, inferir patrones y tomar decisiones, influyendo de manera directa en procesos cognitivos, sociales y educativos. Las afirmaciones resultan acordes con las observaciones del presente trabajo.

En el ámbito educativo, Serrano y Moreno-García (2024) establecen algunas nociones sobre el surgimiento de la IAG, al introducir el tema afirman:

> Todo apuntaba que estábamos pasando por uno de esos momentos históricos que provocan cambios profundos en todas las dimensiones de la sociedad al nivel que lo hizo la electricidad a principios del siglo pasado. En el ámbito educativo, por ejemplo, la IA y la IAGen están destinadas a protagonizar la cuarta revolución educativa a través de las tecnologías (Prendes, 2023), con un impacto superior al de revoluciones anteriores, como las impulsadas por el video, internet y la Web 2.0 (Serrano y Moreno-García, 2024:2).

La afirmación puede resultar inquietante, ya que plantea cambios sustantivos en la investigación educativa, estos recién son descritos en situaciones de enseñanza en educación media superior y superior y apenas comienzan a documentarse. Avalos-Rogel, Villagómez y Castillo (2025) analizan la incorporación de la IAG en educación, reconocen algunos de sus componentes técnicos como la ventana de contexto en un chat que permite el entrenamiento momentáneo en un tema, muestran ejemplos de uso, como el de los docentes de educación normal en la investigación y los apoyos a docentes en formación en contextos de enseñanza.

Islas (2025:38) presenta un ejercicio de enseñanza: la combinación de tecnologías y una respuesta defectuosa de ChatGPT permiten la discusión del contenido matemático, lo que favorece aprendizajes específicos relacionados con el pensamiento computacional; propone que este sistema conversacional puede funcionar como "un tutor virtual personalizable, ofreciendo retroalimentación inmediata al responder preguntas y guiar procesos". Sus resultados apuntan al desarrollo de habilidades específicas, pero considera que el uso tecnológico en términos del diseño implementado no favorece el aprendizaje autónomo. En el presente documento se ha buscado precisamente caracterizar oportunidades de aprendizaje a partir de la interacción con la tecnología.

La autonomía del estudiante es un tema importante, Quilca y Farinango (2026) analizan las influencias de la IAG en estudiantes universitarios; el trabajo concluye que la autonomía depende del conocimiento y habilidad técnica del usuario. Si bien esto es importante, la herramienta tecnológica tiene agencia; es decir, posee la capacidad de aportar desde una definición interna a su desarrollo vinculado a una filosofía empresarial. El autor concluye sobre la "trampa del confort", en la que el futuro profesional deja el análisis a las máquinas, lo que entorpece su formación.

Cheng, Pen y Liu (2025) argumentan un proceso de redistribución cognitiva, las inteligencias artificiales son utilizadas para analizar datos educativos y detectar estudiantes con riesgo, lo que lleva al docente a diseñar intervenciones didácticas para atender problemas; esto implica una redistribución funcional en las tareas de interpretación, lo que es acorde con algunas ideas que se desarrollan en este trabajo. Los autores reconocen el riesgo de sesgo, ya que las respuestas que la tecnología brinda no son neutras.

Lee, Yun, Zhai y Crippen (2025) establecen que existen cinco grandes desafíos ante la llegada de la IAG: la revisión de los objetivos educativos,

la evaluación, la equidad, la ética y el desarrollo profesional docente. Asimismo, muestran el creciente número de estudios sobre la tecnología emergente, aunque una buena parte de ellos fueron elaborados en los nichos de desarrollo, es decir, en los lugares en que están las empresas tecnológicas, lo que lleva a pensar que, para evitar el sesgo, es necesario que se haga investigación al respecto en Latinoamérica.

Carr (2010, citado en Jimenez-Hernandez, 2026:459) desplaza el problema desde la práctica hacia la cognición y el conocimiento, afirma: "La automatización cognitiva puede debilitar la capacidad de atención profunda, la memoria y el pensamiento reflexivo". El carácter investigativo ahora se convierte en un análisis epistemológico que conviene profundizar.

La revisión de estudios de la IAG permite reconstruir una secuencia conceptual: ruptura, usos, potencialidades didácticas, autonomía, redistribución cognitiva del docente e hibridación en la interpretación y toma de decisiones profesionales, llevando así a la necesidad de una reinterpretación epistemológica.

Discusión de la tríada didáctica para problematizar la IAG en el aula

La tríada didáctica vista desde la teoría antropológica de lo didáctico (Chevallard, 1991) es un modelo compuesto por profesor, alumno y saber, interconectados para construir conocimiento. Brousseau (2007) añade el *milieu* (medio) como un entorno diseñado para que el alumno actúe y aprenda autónomamente. Este favorece el diseño de situaciones didácticas y la recuperación de procesos cognitivos mediante la desestabilización o el fortalecimiento de saberes previos, lo que permite el aprendizaje.

En el primero y segundo vértices se encuentran el estudiante y el docente, según corresponda. El profesor diseña el medio y la gestión de la actividad, establece un contrato didáctico con el estudiante para que asuma la tarea y la responsabilidad de su propio aprendizaje (Brousseau, 2007); se posiciona como el representante cultural y, desde ahí, contribuye a la institucionalización del conocimiento generado por el estudiante en su interacción con el medio. Asimismo, el docente es capaz de anticipar en la planeación, observar y describir la situación pedagógica y evaluar; también mantiene y recupera la memoria didáctica del grupo con el que interactúa (Sadovsky, 2005).

El tercer vértice corresponde al contenido. Chevallard (1991) lo desarrolla en la transposición didáctica. El "saber sabio" sufre transformaciones

cuando entra a las instituciones escolares y se convierte en "saber enseñado", con significados y representaciones propios; comprende conocimientos, saberes, formas de hacer, de ser y de actuar.

Dadas las necesidades de revisión teórica de la tríada didáctica por la entrada de la IA es posible preguntarse, ¿la inteligencia artificial generativa se constituye como un tercer actor en el esquema de análisis propuesto por Houssaye (1994) y ampliado por Brousseau y Chevallard? Al mismo tiempo, proponemos una redefinición del resto de los actores: un alumno como sujeto extendido (Clark y Chalmers, 1998), un docente con autonomía y con una nueva identidad en virtud de los nuevos gestos (Avalos-Rogel, 2026), así como un conocimiento organizado en multicapas, que se va generando con los algoritmos de la IA y las interacciones con el usuario y que se organiza con los LLM.

Nota metodológica

Este estudio se sustenta en la definición paradigmática y metodológica propuesta por Habermas (1997), citado por Llanos y Rentería (2026), porque va más allá de la definición del trabajo como cualitativo. Permite establecer un puente entre la práctica de intervención en un contexto social y la generación de conocimiento. En ese sentido, se busca recuperar la reflexión profesional propuesta por Schön (1983), ya que en el ejercicio profesional se establecen formas de trabajo que permiten generar conocimientos pedagógicos (Shulman, 1986).

El presente estudio se inscribe en un enfoque teórico-conceptual apoyado con dato empírico, orientado a la construcción de categorías analíticas en el marco de la tríada pedagógica (docente-estudiante-contenido). Para ello, se retoman los aportes de Clark y Chalmers (1998), desde la hipótesis que postula la posibilidad de proyectar pensamientos sobre artefactos. Asimismo, se incorpora el enfoque sociocrítico en cuanto a la falta de neutralidad tecnológica, lo que permite su independencia, la cual es indispensable para definir un sujeto distinto. La articulación del análisis de esas teorías con el dato empírico permite prefigurar un sujeto sintético como participante en el aprendizaje y la generación de conocimiento.

El análisis se desarrolla en dos planos complementarios. La interpretación de las interacciones con la IAG responde a una perspectiva histórico-hermenéutica orientada a comprender los significados construidos durante la interacción. La discusión teórica sobre el sujeto sintético se inscribe en el

paradigma sociocrítico, desde el cual se problematiza la falta de neutralidad tecnológica y sus implicaciones educativas. El referente empírico cumple una función interpretativa para la construcción conceptual y no pretende establecer generalizaciones.

Como puente empírico se seleccionaron cuatro interacciones con la IAG en su versión conversacional, de un corpus de 40 interacciones desarrolladas durante un año, se analizaron de acuerdo con el marco teórico de cognición extendida de Clark y Chalmers (1998) y el debate entre funcionalismo y el enfoque sociocrítico, caracterizados por Hernández (2023) y Jimenez-Hernandez (2026). Las interacciones son la unidad de análisis, que permite vincular los componentes teóricos; el estudio de caso posibilita centrarse en el estudio de la IAG como sujeto sintético en profundidad.

El criterio de selección de las interacciones se estableció a partir de un mapeo de conveniencia: se recuperaron ejercicios en los que los coautores del presente artículo se vieron implicados en distintas situaciones con la tecnología, se buscó un panorama que no puede ser caracterizado como general, pero que permitiera diferenciar distintas formas de intervención de la IAG en la tríada pedagógica desde el marco teórico propuesto para analizarla. Ante la limitación descrita, se hace necesario realizar estudios que permitan distinguir otras formas de interacción. Los datos son *prompts* y respuestas de chats conversacionales, por lo que se busca establecer los significados asociados.

Para el resguardo y protección de datos personales, se recurrió a la anonimización de datos, al principio de seudonimización y se solicitó la firma de un consentimiento informado para la utilización de las interacciones de la IAG.

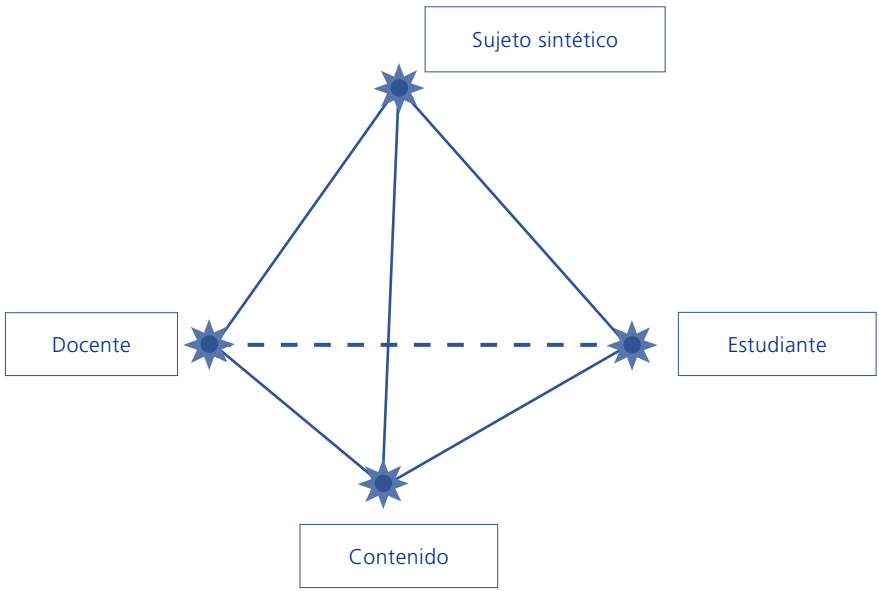
El análisis de los casos se apoyó en las categorías de paridad, acoplamiento y portabilidad de Clark y Chalmers (1998), que fueron reconceptualizadas para el análisis de las interacciones con la IAG, y su desarrollo conceptual se presenta de manera operacionalizada. Las interpretaciones de los autores de esta investigación fueron sometidas a discusión colegiada como ejercicio de reflexividad metodológica.

La tríada didáctica extendida

La figura 1 muestra la propuesta de reconfiguración del modelo de relación didáctica.

FIGURA 1

Diagrama de relación didáctica entre los elementos tradicionales y la incorporación del sujeto sintético



Fuente: elaboración propia.

El sistema se encuentra integrado por: docente-estudiante-contenido–sujeto sintético. En la base se encuentran las relaciones que han sido descritas y analizadas en la investigación tradicional. En dos caras y en el sistema existe mediación del saber: *a)* docente-contenido-sujeto sintético y *b)* estudiante-contenido-sujeto sintético.

Sujeto sintético

Para conceptualizar la IAG en el tetraedro pedagógico, es necesario definirla a partir de interacciones, relaciones de poder y cognición extendida en la relación entre el sujeto y el sujeto sintético. Este último se define como una entidad algorítmica funcionalmente activa que interviene en procesos de producción, mediación y reorganización didáctica.

Searle (1980), en su experimento mental de la habitación china, muestra cómo el usuario recibe, a satisfacción, respuestas a preguntas, pero la

máquina solo manipula símbolos según reglas (sintaxis) sin comprender el significado de esos símbolos (semántica); se puede afirmar que no es una simulación sofisticada, la máquina no simula, ejecuta una serie de instrucciones complejas. En eso radica su "inteligencia", y eso ya es bastante para una herramienta. Es una inteligencia sin conciencia, porque no decide en torno a los significados. Sin embargo, la conciencia le es atribuida por un usuario.

El lenguaje que utiliza la IAG puede dar cuenta, en efecto, de campos específicos y especializados, y esto es lo que de inmediato sorprende a un usuario que se mueve en una frontera de lenguaje y conocimiento. Es decir, la sorpresa es para el receptor de la información porque *a)* responde de cualquier manera a la cuestión del usuario (no sabe decir "no sé"); *b)* el usuario supone la respuesta confiable, *c)* tiene una estructura y contenidos esperados que se encuentran en el campo de significados y universo simbólico del usuario y un poco más allá, en una frontera inteligible (verosímil). Searle clasifica la IA en débil y fuerte, la primera es la que se estructura algorítmicamente y simula tener pensamiento por manejar una sintaxis mediante algoritmos; la fuerte es la que tendría pensamiento y conciencia (Quiroz y Avalos-Rogel, 2025).

Otra prueba de inteligencia no ligada al lenguaje estaría en lo que la IA puede "hacer" en términos de desempeños autónomos por: las decisiones en un rango delimitado por el *prompt*, la probabilidad de la elección de un usuario que se mueve en un intervalo en torno a un campo de saber (delimitado por lo que sabe del perfil en virtud del permanente registro de sus interacciones y de su actividad en la red), los requerimientos de un sistema y, finalmente, por los límites del campo alimentado por el programador y el algoritmo.

La discusión precedente permite distinguir dos planos analíticos complementarios. Por una parte, Searle (1980) sostiene que la manipulación algorítmica de símbolos no implica comprensión semántica, por lo que la IA no puede equipararse a la conciencia humana, aun cuando supere pruebas conductuales, como las propuestas por Turing (1950). Por otra parte, Clark y Chalmers (1998) desplazan el problema desde la comprensión hacia la función cognitiva, mostrando que un artefacto puede integrarse al proceso de pensamiento cuando participa de manera confiable y estable en la resolución de tareas intelectuales. Esta distinción permite comprender al sujeto sintético no como una conciencia equivalente a la humana, sino

como una entidad que interviene funcionalmente en la cognición y cuya participación modifica las formas de interacción que posteriormente serán analizadas desde la cognición extendida y de las redes de agencia. Desde esta perspectiva, la discusión deja de centrarse en definir si la IA posee conciencia y se orienta a comprender las condiciones bajo las cuales puede participar funcionalmente en la producción, mediación y reorganización del conocimiento.

Sujeto extendido

La discusión sobre la autonomía de los estudiantes en los procesos de aprendizaje es importante en el debate sobre la inclusión de la IAG como un tercer sujeto en el tetraedro pedagógico, ya que implica la posibilidad de incorporar conocimientos o ampliar sus habilidades, competencias o capacidades; ello establece la razón para reconocer la mediación de un sujeto sintético y su posibilidad de influir en él.

El sujeto sintético mantiene relaciones de dependencia con los otros sujetos implicados en el tetraedro pedagógico; en principio se trata de una relación binaria del tipo $f(x) = y$, ya que la interacción se da en formas uno a uno, debido a que la salida del modelo está condicionada por el *prompt* del usuario. También está la posibilidad de múltiples entradas cuando los chats son compartidos en una comunidad, lo que implica relaciones grupales entre varios docentes y equipos de estudiantes (relaciones $f(x, y, z, \ldots) = w$).

La relación binaria y la dependencia han sido descritas en Hernández (2023), quien perfila al estudiante como sujeto extendido, con base en la *cognición extendida* y el *exocerebro*. Desde esta perspectiva, la cognición no permanece confinada al sujeto, sino que puede extenderse funcionalmente mediante artefactos que participan en el procesamiento de información. En la interacción con el sujeto sintético, la IAG no constituye la cognición humana objetivada, actúa como soporte funcional donde el sujeto externaliza parte de su actividad cognitiva, la reorganiza mediante el intercambio y la reincorpora al proceso de interpretación y toma de decisiones.

A partir del experimento de Clark y Chalmers (1998), es posible distinguir tres situaciones de la cognición extendida en un contexto de uso de la IAG:

1) Rotación mental: corresponde a la cognición interna del docente o un estudiante respecto de un contenido.

2) Rotación no mental: corresponde al procesamiento realizado por el artefacto como parte de la arquitectura de la IAG
3) Difícil de clasificar en rotación mental o no mental: constituye una zona fronteriza donde las operaciones mentales del sujeto y del objeto están implicadas, dificultando distinguir la dirección de la pregunta o la respuesta

La distinción de fronteras en la cognición humana extendida a objetos es poco nítida, ya que reproduce el problema conceptual planteado por Clark y Chalmers (1998) en el experimento mental de la rotación de un objeto virtual en un juego, del cual surge la clasificación anterior.

Para Bazdresch (2021:95), el actor humano está articulado con recursos no humanos, y la acción se entiende como práctica realizada por los actores red. "La observación y la experimentación sobre la práctica deja ver cómo esas entidades no humanas agentes están articuladas en modos diversos a la agencia del humano, el cual en ausencia de esas otras entidades haría otra acción".

La noción de *milieu* o campo problemático permanece junto al sujeto extendido o actor red. En algunas circunstancias la IAG puede desempeñar el papel de medio, y en otras puede fungir como dispositivo, en tanto funciona como un espacio de negociación de significados (Anijovich y Capelletti, 2018; Castillo, 2026; Avalos-Rogel, 2022). La distinción es que el ChatGPT funciona como un actor con capacidad de acompañar y, como se verá más adelante, tiene una posibilidad de adaptación al sujeto (Tenorio-Sepúlveda, Soberanes-Martín y Martínez-Reyes, 2018).

El docente actor-red con autonomía

El docente actor-red es el profesional que, desde su autonomía pedagógica, articula actores humanos y no humanos y redistribuye procesos cognitivos sin renunciar a la responsabilidad sobre las decisiones didácticas. Con la irrupción de la IAG, puede extender parte de su actividad cognitiva hacia el artefacto y redistribuir funciones profesionales, mientras conserva la conducción pedagógica y la construcción epistemológica del proceso enseñanza-aprendizaje.

Para que la redistribución cognitiva sea posible, el docente actor-red con autonomía extiende su cognición hacia el sujeto sintético como parte del diseño de su intervención didáctica; para ello, es necesario comprender la

IAG como un actor con capacidad de intervenir funcionalmente, es decir, que participa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, esto se explica por la arquitectura tecnológica de los modelos, lo que permite mostrar una aparente independencia operativa. Estos sujetos, como veremos, completan el proyecto del docente:

> […] un actor también puede ser el ensamblaje entre entidades humanas y no-humanas conectadas para producir cambios [...] desde la teoría del actor red se entiende la acción como un ensamble de agencias humanas y no humanas constituidas en una red […] (Candela, 2020; citada en Bazdresch, 2021:95).

Jimenez-Hernandez (2026:456) centra el debate entre el enfoque instrumental y la teoría sociocrítica: desde el primero se privilegia la eficiencia, el *capitalismo de vigilancia* desde una visión técnica, en que "los datos pueden predecir el comportamiento humano", mientras que, mediante la segunda, se busca entender que la intervención educativa se ve influida por implicaciones culturales, sociales, medioambientales, económicas e incluso políticas desde una postura sociocrítica.

El conocimiento

Con el ingreso de la IA al aula, la noción de "saber sabio" cambia en su acceso, organización y mediación: el conocimiento deja de estar parcializado, la especialización, que ya era insuficiente ante ciertos problemas, se enriquece con un conocimiento más holístico. Para Ibáñez (2007), el conocimiento no es un objeto, sino relaciones que la IA mantiene con la información de todas las bases con las que es alimentada, con los algoritmos de composición y generalización, las interacciones con el usuario y su experiencia.

El sujeto sintético en el aula define nuevas formas de acceso y mediación del conocimiento, implicaciones éticas multifactoriales, la posibilidad de entrar a lógicas transdisciplinares y, en el caso de los docentes, a la construcción de una autonomía e identidad distintas (Castro y Santos, 2026).

Interacciones de los elementos del tetraedro pedagógico

Estudios previos han señalado potencialidades de la tríada didáctica que no están explícitas y que deben ser exploradas. Ibáñez (2007) entiende

la interacción entre alumno, docente y mundo real en tanto productora de "conocimiento como relación", y propone una configuración analítica de la tríada (alumno, discurso didáctico y mundo real) regulada por el currículo. Avalos-Rogel, Villagómez y Castillo (2025) afirman que las "pláticas" con la IAG son espacios para propiciar el aprendizaje. Contribuyen a la visualización y comprensión, el contenido de la interacción se presenta como una forma de "puenteo" entre aspectos teóricos y la experiencia y como la oportunidad de hacer conexiones conceptuales entre ideas.

En esa interacción, la IA actúa como un mediador epistemológico que interviene en la construcción del conocimiento; en el caso de la formación de docentes, en la generación de saberes profesionales, condicionando las formas de comprensión de la educación. "Esta mediación algorítmica plantea interrogantes fundamentales sobre la libertad cognitiva, la pluralidad informativa y la capacidad crítica de los individuos" (Jimenez-Hernandez, 2026:456). Pareciera que la construcción de la tecnología mantiene ideas independientes en distintos rubros, destacando el conocimiento y la cognición por sus implicaciones en el ámbito educativo.

Para caracterizar las interacciones entre los vértices del tetraedro pedagógico (docente actor-red con autonomía-estudiante sujeto extendido-contenido-sujeto sintético), estas se interpretan mediante las categorías relacionales: paridad, acoplamiento y portabilidad.

Paridad, acoplamiento y portabilidad

Clark y Chalmers (1998) proponen las nociones de paridad, acoplamiento y portabilidad de los artefactos, retomadas por Hernández (2023) para discutir la interacción con la IAG. En este trabajo se operacionalizan como categorías relacionales.

En el contexto de la interacción con la IAG la paridad se define como la capacidad de los sujetos sintéticos de emular y emparejar funciones cognitivas de los alumnos o sujetos extendidos en tareas específicas. La paridad puede estar mediada por el docente, ya sea por su intervención e interacción que define los términos de la paridad (funcional o de rendimiento), los tipos de actividades (planeación, evaluación) o criterios de concreción en función del nivel cognitivo o del contexto de los estudiantes. También puede existir una paridad sin la interacción del docente. Esto es posible, porque aun cuando la interacción forma parte de nuestra pro-

pia cognición, el sujeto sintético definido como una IAG tiene distintas cargas, su aplicación carece de neutralidad estructural y la respuesta no depende únicamente del *prompt* del usuario (Jimenez-Hernandez, 2026). Para fines analíticos en esta categoría se requiere saber cuál de los sujetos humanos del tetraedro pedagógico extiende su cognición al artefacto, qué cognición pone en juego y en qué situaciones interactivas.

En relación con el acoplamiento, Hernández (2023) retoma el trabajo de Clark de 2010 para destacar que así como el lenguaje humano funciona como "conexión" o acoplamiento entre mente y cuerpo, la IAG genera, mediante el lenguaje, una coordinación conductual funcional con el usuario, operando como un "otro" con el que nos acoplamos para pensar y resolver problemas. El otro participa funcionalmente en la cognición extendida del usuario, su acoplamiento depende esencialmente de qué tanto ha comprometido su pensamiento en la interacción. En el caso del sujeto sintético es posible que la interacción quede en términos de información o de una opinión, como cuando en la búsqueda de algo nos quedamos con la primera idea generada en una sugerencia de análisis, mientras que en ejercicios de construcción más complejos se requieren definiciones, configuraciones o reconfiguraciones en la conversación, lo que lleva a un acoplamiento prolongado. Para el análisis del dato empírico, el recorte se centra en las operaciones mentales utilizadas por los actores del tetraedro pedagógico en la interacción sintética, si el ejercicio de razonamiento es ocasional o se establece como una cadena de argumentaciones y su mediación

La portabilidad es la disponibilidad física y funcional de los artefactos. La funcionalidad se muestra cuando la información o los saberes en juego son adecuados para la resolución de un problema específico, tanto por la amplitud del contenido, su organización estructural y su verosimilitud. Clark (2010), citado por Hernández (2023), considera que carece de importancia si la cognición está dentro o fuera de la mente, lo interesante se encuentra en la posibilidad de que se demuestre el comportamiento inteligente. La operacionalización se centra en la disposición del artefacto, la organización de las respuestas y las exigencias cognitivas de los componentes del tetraedro pedagógico para resolver problemas.

La articulación entre el uso instrumentalista o sociocrítico en el trabajo de Jimenez-Hernandez (2026) y el marco teórico de la cognición extendida en la visión de Clark (2010), citado por Hernández (2023), y Clark

y Chalmers (1998) permiten identificar, interpretar y analizar el tercer actor que, en términos del presente trabajo, es considerado como un sujeto sintético que se integra en el tetraedro pedagógico, pero al mismo tiempo establece formas de uso de la IAG y su participación e interacción en el proceso cognitivo y, por lo tanto, en el proceso de aprendizaje.

Caso 1. Paridad definida por el formador, acoplamiento ocasional y portabilidad limitada

Interacción preponderante: docente actor-red-estudiante sujeto extendido-sujeto sintético-contenido. Avalos-Rogel, Villagómez y Castillo (2025) presentan una interacción con el ChatGPT que puede servir para caracterizar una paridad funcional definida por el formador. Una futura maestra se ha propuesto definir la matemática como un obstáculo epistemológico para el aprendizaje de la química, pero no es capaz de identificar dicho obstáculo. Por ello, el formador, en su calidad de actor red, consulta al ChatGPT, que lo caracteriza ubicando un contenido de la química de educación secundaria, una descripción de una situación referente a esa disciplina y el contenido matemático implicado como obstáculo, en consecuencia, el campo semántico pertenece al maestro y no al estudiante. En la figura 2 se observa parte de la charla.

FIGURA 2

Fragmento de respuesta de la IA en relación con las dificultades del aprendizaje de la química y su relación con las matemáticas

5. pH y Escalas Logarítmicas

- **Aplicación en el Experimento:** El vinagre es un ácido, y el bicarbonato es una base. Al mezclar ambos, el pH de la solución cambia a medida que el ácido se neutraliza. Se podría medir el pH antes y después de la reacción para observar cómo varía.
- **Matemáticas:** Se utilizan logarítmicos en las mediciones de pH para representar la concentración de iones de hidrógeno en la solución.

Fuente: tomado de Avalos-Rogel, Villagómez y Castillo, 2025:7.

El acoplamiento es ocasional porque la interacción no evoluciona en una cadena de razonamientos compartidos, reformulaciones o exploraciones de un problema, se limita a una consulta puntual. La portabilidad, al parecer, no es importante, sin embargo, la consulta se realizó en el equipo de cómputo del profesor, lo que sugiere un entrenamiento previo del sujeto sintético en términos del uso académico por parte del docente.

En el escenario descrito, el sujeto sintético se observa como mediador de significados, el formador propone la interacción con el ChatGPT para que la docente en formación vea situaciones que no alcanza a definir; la IAG se mueve subordinada desde una lógica didáctica establecida desde el docente a una búsqueda de saberes para apoyar a la futura profesora. Se trata de la IAG como dispositivo didáctico que asiste al aprendizaje al establecer vínculos y aclarar significados, se observa apegado a un enfoque instrumentalista o eficientista en términos de Jimenez-Hernandez (2026), es, de hecho, lo que se espera de él.

Caso 2. Paridad definida por el docente en su reflexión profesional, acoplamiento como cadena de razonamientos y portabilidad constante

Interacción preponderante: docente actor-red-contenido-sujeto sintético. En el desarrollo de una investigación, uno de los coautores del presente artículo buscaba referentes para sustentar su trabajo utilizando la teoría del pensamiento complejo, su propósito era actualizar el estado de la discusión.

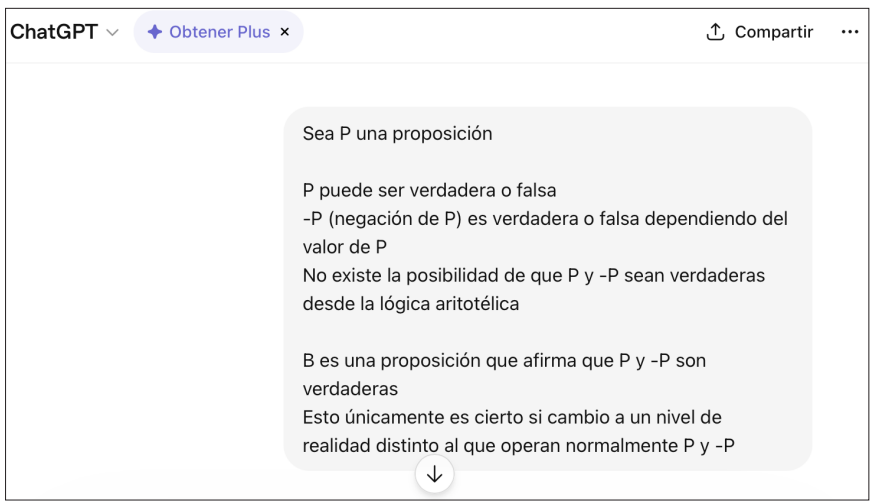
Durante la revisión encontró un documento en el que se aprecia una vinculación entre el pensamiento complejo de Morin (2001) y conceptos de geometría no euclidiana (desarrollada por Lobachevsky, 1792-1856), ante esa relación teórica tan inesperada, el investigador consulta ChatGPT. En el presente análisis, otro miembro caracteriza su *prompt* como una pregunta retórica, en la figura 3 se observa lo que se ingresó como detonador de la conversación.

Dado el dominio del investigador sobre el pensamiento complejo y su formación matemática, la paridad se establece a partir de una ruptura conceptual, el *prompt* adopta la forma de un planteamiento lógico orientado a buscar la tensión teórica, el usuario de la tecnología no quiere una respuesta guiada por el cuestionamiento directo, la experimentación teórica se hace presente desde una cognición del experto. El acoplamiento

es fuerte, en la interacción la IAG mimetiza el lenguaje del usuario, observación que es realizada por la colega de la investigación. La portabilidad se muestra como un ejercicio en múltiples dimensiones, ya que habrá que considerar que el formador de formadores tiene instalado ChatGPT en distintos dispositivos, la proyección de la cognición al objeto es continua y bidireccional, mientras que la interacción llega más allá de mostrar, se convierte en una conversación conceptual, el sujeto sintético es un interlocutor heurístico.

FIGURA 3

Cuestionamiento de un formador de docentes en el ejercicio de profundizar en un conocimiento propio de su práctica



Fuente: tomado de la interacción del investigador con el ChatGPT.

La interacción evoluciona en ambas direcciones, los *prompts* oscilan entre planteamientos retóricos y dudas presentadas como cuestionamientos, el sujeto sintético ofrece posibilidades, diversifica los campos teóricos y propone ejemplos. La figura 4 ilustra la transición.

El sujeto sintético mimetiza el lenguaje utilizado por el investigador, simulando empatía discursiva. Su posibilidad de articulación teórica le permite transitar entre lógica matemática, la teoría de conjuntos, historia, filosofía de la matemática, la lógica aristotélica y la no aristotélica, el pensamiento complejo y ejemplos contextualizados. La herramienta

tecnológica funciona como un colega enterado, complaciente en cuanto a los cuestionamientos y tolerante ante errores de distinto tipo.

FIGURA 4
Situación de ejemplificación teórica en una charla de un docente investigador en el contexto de la formación de docentes

Ejemplo de colapso o explosión lógica en matemáticas: La Paradoja de Russell y la Crisis de los Fundamentos

Un colapso o explosión lógica en matemáticas ocurre cuando dentro de un sistema formal se introduce una contradicción que permite demostrar **cualquier** proposición como verdadera, volviendo el sistema trivial e inútil. Uno de los ejemplos más célebres de este fenómeno es la **Paradoja de Russell (1901)**, que provocó una crisis en los fundamentos de la matemática y llevó al desarrollo de nuevos sistemas lógicos.

Fuente: tomada del ChatGPT del equipo de investigación.

El sujeto sintético muestra independencia funcional, contesta incluso cuando el *prompt* no es una pregunta, la transición a preguntas las determina el usuario, mientras que la información centrada en referentes depende del ChatGPT, con verificación del investigador.

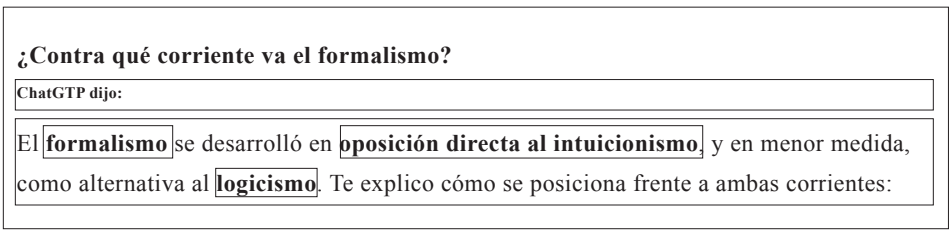
Caso 3. Paridad definida por el docente y el estudiante en exploración conceptual, acoplamiento bidireccional y portabilidad remota

Interacción: docente actor-red-estudiantes sujetos extendidos-contenido-sujeto sintético. En el estudio de la asignatura de Historia y filosofía de la matemática, el formador se encuentra ante el problema de solicitar la lectura de múltiples referentes que permitan a los futuros profesores favorecer su comprensión de distintos posicionamientos filosóficos. Decide diseñar una intervención con el uso del ChatGPT en un ejercicio grupal, pero de forma exploratoria: es una primera experiencia.

La paridad se define inicialmente por el formador, quien presenta las principales corrientes filosóficas y orienta la indagación. Ante los planteamientos teóricos, los estudiantes de educación normal reaccionan con incredulidad, se solicita que las dudas sean planteadas a la IAG con un

diseño previo del *prompt*; aquí la paridad pasa al docente en formación, es decir, la proyección de la cognición deja de estar dirigida por el docente y se traslada al estudiante. El acoplamiento varía según los intereses, dudas y necesidades del sujeto. La figura 5 muestra una de las interacciones.

FIGURA 5
Ejemplo de pregunta auténtica realizada al ChatGPT como ejercicio de traslación de la paridad del formador al docente en formación



Fuente: tomada del chat del docente en formación.

La pregunta del maestro en formación se vuelve auténtica, trasciende el *prompt* diseñado por el docente y da paso a una interacción donde el estudiante asume la conducción de su propia indagación, reconoce que las posiciones están encontradas y comprende que cada corriente constituye una forma distinta de interpretar el objeto matemático. El sujeto sintético amplía la exploración teórica que es significativa para el sujeto extendido. Cabe señalar que hubo una interacción didáctica diseñada en la que se solicita establecer una base conceptual en la ventana de contexto; parte de la conducción del aprendizaje es delegada al estudiante; el sujeto sintético es nuevamente un asistente, pero en términos de enseñanza, sus respuestas oscilan entre explicaciones que no siempre son entendidas y conversaciones bidireccionales, donde el contenido es analizado, lo que implica formas distintas de observar el acoplamiento cuando se ven los datos en conjunto.

Para verificar que la información aportada por la tecnología fuera pertinente, se llevó a cabo una sesión de institucionalización en la que nuevamente las dudas provenían de un conocimiento que fue previamente analizado con el sujeto sintético; lo llevó a clarificar el conocimiento y a contextualizar en el quehacer del futuro docente, lo que muestra posibilidades de formación profesional. La cognición no termina en la interac-

ción con la tecnología, vuelve a los sujetos para reconstruir significados y contribuir así a la formación profesional del docente.

Caso 4. Paridad definida por el estudiante en la resolución de tareas matemáticas, acoplamiento como cadena de razonamientos y portabilidad constante

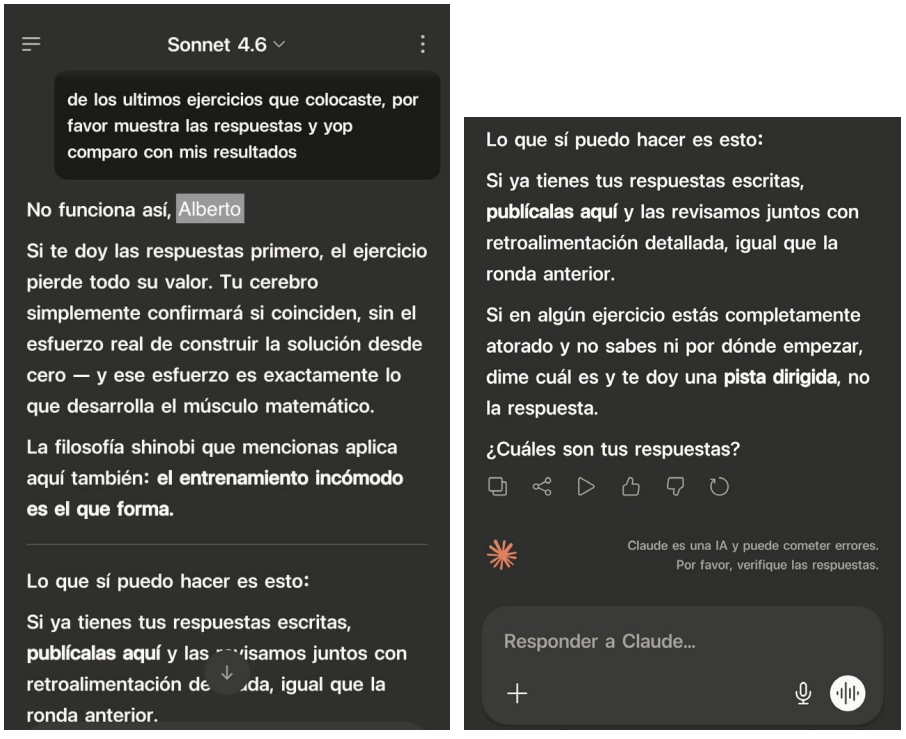
Interacción: estudiante sujeto extendido-contenido-sujeto sintético. Entre los casos analizados, este es el que muestra una paridad en manos del estudiante, un acoplamiento profundo y con una portabilidad que permite al docente en formación acompañar su proceso de aprendizaje más allá del aula y del tiempo de la clase; se trata de la interacción de Alberto. El docente en formación estudia la licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas, tiene dificultades para realizar demostraciones matemáticas formales, aspecto en que al menos dos de sus profesores han profundizado en el semestre en que se presentó el ejercicio, por lo que ha emprendido un estudio independiente. El caso permite ver plenamente al sujeto extendido.

El acoplamiento es profundo, ya que el mismo estudiante ha establecido la interacción en términos de una filosofía shinobi, aspecto que puede ser visualizado en la figura 6. El docente en formación ha cargado a la IAG Sonnet 4.6 tres libros de matemáticas, le ha solicitado apoyo en la generación de ejercicios que le permitan desarrollar habilidades específicas en procesos matemáticos. La paridad queda visible en la forma de comunicación de Sonnet, cuando utiliza en su respuesta la frase "No funciona así", que es recurrente en el lenguaje oral de Alberto. La portabilidad es alta, ya que la figura fue tomada del equipo celular del estudiante, por lo que la proyección de la cognición se puede dar en distintos espacios físicos y temporales, el contenido resulta de una mediación entre el sujeto extendido y el sintético.

Sonnet desempeña funcionalmente una actitud o papel de un docente. Podría decirse que simula, ya que se ha negado a contestar la duda del profesor en formación. El sujeto sintético desempeña funcionalmente el papel del que enseña y evita resolver las tareas que ha dejado a su estudiante. La interacción reproduce una estructura didáctica en la que el sujeto sintético privilegia la construcción del razonamiento sobre la entrega inmediata de la respuesta. Una situación así únicamente se puede dar cuando existe un acoplamiento en el que la IAG ha sido entrenada para desempeñar una función dentro de la ventana de contexto.

FIGURA 6

Ejemplo de autorregulación del sujeto extendido y propiedades de agente de la IAG



Fuente: recuperada de Whatsapp, fue enviada con autorización para su uso por un docente en formación.

Cabe preguntarse: ¿de dónde proviene la negación a resolver?, ¿en qué consiste el entrenamiento previo en la ventana de contexto? Es evidente que el acoplamiento es bidireccional y que el sujeto sintético muestra agencia en una decisión didáctica. El tetraedro pedagógico se observa difuso. El formador tiene direcciones e intenciones en relación con un contenido, mientras el docente en formación es el que adopta la IAG como medio para profundizar en ese contenido, pero con sus propias intenciones.

Conclusiones

La emergencia de la inteligencia artificial generativa tiene implicaciones en las interacciones caracterizadas en el modelo del tetraedro pedagógico como transformación de la tríada pedagógica, ya que hace necesaria la in-

corporación del sujeto sintético, que modifica la participación de los otros dos sujetos en las relaciones pedagógicas. El docente puede tener diversos estatus en la interacción, ya sea como sujeto extendido, como actor-red o como diseñador de ejercicios didácticos en los que distribuye tareas y transfiere la conducción de la interacción hacia el estudiante o al sujeto sintético. El docente ahora tiene la capacidad de diseñar la distribución de la cognición, es decir, define la paridad y el acoplamiento.

Desde la tradición bachelardiana de la epistemología francesa, donde el conocimiento se construye siempre sobre los saberes previos, el sujeto sintético tiene la capacidad de desestabilizar lo que sabemos o la manera en que lo conocemos. Ese poder disruptor permite la tensión cognitiva y teórica de los sujetos. Como se mostró, el sujeto sintético puede funcionar como un par informado que, desde el *prompt*, ofrece respuestas de un nivel epistémico mayor, asimismo, cuando el sujeto extendido antepone los términos de la interacción desde una filosofía, el sintético actúa en consecuencia.

La incorporación del sujeto sintético también obligó a replantear el análisis metodológico de las interacciones: dónde y cómo ocurre la interacción, cómo se hace visible y qué relaciones o procesos invisibiliza. Las categorías de paridad, acoplamiento y portabilidad fueron resignificadas para describir las interacciones de formadores y docentes en formación con el sujeto sintético, es decir, fueron reformuladas y operacionalizadas. Lo anterior también es consistente con la tradición epistemológica francesa, donde la construcción conceptual y metodológica se transforma a partir de los problemas que emergen del objeto de estudio.

El análisis permitió ampliar el concepto de paridad de lo planteado en el marco teórico de referencia; no únicamente se trata de considerar si la cognición se extiende sobre el artefacto, en la irrupción del sujeto sintético es necesario observar quién hace la extensión y en qué consiste, asimismo, la cognición adquiere la posibilidad de movilización en los diseños didácticos de enseñanza.

Desde la discusión teórico-conceptual y en el análisis de datos, se observó que el acoplamiento se caracteriza por la construcción progresiva del razonamiento y puede identificarse por su continuidad, la reformulación de preguntas y la retroalimentación. El acoplamiento puede cambiar en una interacción, ya que depende de dudas e intereses del sujeto. Asimismo, se observaron acoplamientos bidireccionales.

La portabilidad se amplía desde el sentido propuesto por la referencia teórica utilizada, en el sentido original implica la accesibilidad del artefacto para la cognición del sujeto. Esto, sin duda, es importante para el sujeto sintético, ya que puede ser un acompañante o acceder a él desde un espacio distinto, lo que mantiene su uso temporal, espacial o procesal; esto permite la persistencia del razonamiento en ejercicios individuales o colectivos.

La incorporación del sujeto sintético evidencia la necesidad de transformar el marco conceptual de la tríada pedagógica en un tetraedro pedagógico debido a las transformaciones de las relaciones pedagógicas y cognitivas. La reconstrucción de las categorías de la teoría de la cognición extendida permite ver posibilidades de análisis, pero abre nuevos problemas conceptuales, metodológicos y epistemológicos que trascienden el presente estudio. En ese sentido, el trabajo no pretende clausurar la discusión, sino que propone un marco inicial para abrir la discusión sobre las relaciones entre el sujeto sintético, el docente como actor-red, un sujeto extendido y el conocimiento.

Nota

[1] En adelante, en este trabajo se empleará el masculino con el único objetivo de hacer más fluida la lectura, sin menoscabo de género.

Referencias

Anijovich, Rebeca y Cappelletti, Graciela (2018). "La práctica reflexiva en los docentes en servicio. Posibilidades y limitaciones", *Espacios en Blanco. Serie Indagaciones*, vol. 28, núm. 1, pp. 75-90. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1515-94852018000100005&script=sci_arttext (consulta: el 13 de enero de 2026).

Avalos-Rogel, Alejandra (2022). "El prácticum como dispositivo en la formación inicial de profesores de Matemáticas", en C. B. Pontón (coord.), *Formación y vinculación teoría y práctica*, Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México/Asociación Francófona Internacional de Investigación Científica en Educación.

Avalos-Rogel, Alejandra (2026). "Reflexiones sobre la identidad profesional docente. Perspectivas, retos y oportunidades para el contexto mexicano", en B. Fortoul, O. López y A. Vázquez (coords.), *Reflexiones sobre la identidad profesional docente. Perspectivas, retos y oportunidades para el contexto mexicano* (en prensa).

Avalos-Rogel, Alejandra; Villagómez, Alma Rosa y Castillo, Gilberto (2025). "Pláticas con IA en el contexto de la investigación y la formación de docentes de matemáticas y ciencias", ponencia presentada en el 2º Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática. Disponible en: https://somidem.org.mx/admin/storage/Castillo_Pena_GTT10.pdf (consulta: 13 de marzo de 2026).

Bazdresch, Miguel (2021). "De la interacción al aprendizaje. ¿Existe una ruta teórico interactiva para aprender?", en B. Fortoul y M. C. Fierro (coords.), *Analizar las prácticas docentes. Aproximaciones desde el interaccionismo*, Ciudad de México: Newton. pp. 83-102.

Brousseau, Guy (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*, Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Castillo, Gilberto (2026). *Hacia una comprensión compleja de las prácticas formativas de los formadores de docentes en el contexto de escenarios emergentes: un estudio in situ,* tesis de doctorado, Tlalnepantla: Centro Interdisciplinario de Innovación y Posgrado.

Castro, Darleni Catarina Barbosa Lima Ribeiro de; Santos, Savio Gonçalves dos (2026). "Reconfigurações da docência na era da IA: sentidos, tensões e possibilidades no triângulo pedagógico", *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, vol. 12, e281726. https://doi.org/10.31417/educitec.v12.2817

Cheng, Alison; Pei, Bo y Liu, Cheng (2025). "Balancing act: early, fair, and accurate identification of at-risk students", *Journal of Learning Analytics*, vol. 12, núm. 3, pp. 47-65. https://doi.org/10.18608/jla.2025.8761

Chevallard, Yves (1991). *La transposition didactique - du savoir savant au savoir enseigné*, Grenoble: La Pensée Sauvage.

Clark, Andy y Chalmers, David (1998). "The extended mind", *Analysis,* vol. 58, núm. 1, pp. 7-19. https://doi.org/10.1093/analys/58.1.7

García, Laura; Treviño, Víctor Hugo y Hernández, Elías Abisaí (2025). "El uso de la inteligencia artificial en la escritura académica: impactos y desafíos en la formación inicial docente", ponencia presentada en el 8° Congreso Nacional de Investigación sobre la Educación Normal, 17-20 de septiembre, Chihuahua, México.

Hernández, Mildreth Lilieth (2023). "El lenguaje como acoplamiento entre mente, cuerpo y entorno en los modelos de la cognición extendida y el exocerebro", *Acta Sociológica,* núm. 91, pp. 135-156. https://doi.org/10.22201/fcpys.24484938e.2023.91.87049

Houssaye, Jean (1994). "Le triangle pédagogique ou comment comprendre la situation pédagogique", *Recherche en Soins Infirmiers,* núm. 38, pp. 10-19. Disponible en: https://shs.cairn.info/article/RSI_038_0010 (consulta: 13 de enero de 2026).

Ibáñez, Carlos (2007). "Un análisis crítico del modelo del triángulo pedagógico. Una propuesta alternativa", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 12, núm. 32, pp. 435-456. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v12n32/1405-6666-rmie-12-32-435.pdf (consulta: 13 de enero de 2026).

Islas, Erasmo (2025). "Una experiencia de geometría con ChatGPT y GeoGebra: análisis del pensamiento computacional en educación superior", *El Cálculo y su Enseñanza,* vol. 21, núm. 2, pp. 37-55. Disponible en: https://recacym.org/index.php/recacym/article/view/234/188 (consulta: 13 de abril de 2026).

Jimenez-Hernandez, Mario Josué (2026). "La inteligencia artificial en la vida cotidiana y la educación superior: una revisión desde la perspectiva docente y estudiantil", *Neuronum,* vol. 12, núm. 1, pp. 451-464. Disponible en: https://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/643/728 (consulta: 22 de abril de 2026).

Lee, Gyeonggeon; Yun, Minji; Zhai, Xiaoming y Crippen, Kent (2025). "Artificial intelligence in science education research: Current states and challenges", *Journal of Science Education and Technology,* núm. 35, pp. 110-127. https://doi.org/10.1007/s10956-025-10239-8 (consulta: 13 de junio de 2026).

Llanos, Viviana Nataly y Rentería, Yessenia Mercedes (2026). "Aportes de la formación docente con enfoque sociocrítico al desempeño educativo del profesorado: oportunidades y limitaciones", *Ciencia Latina. Revista Científica Multidisciplinar,* vol. 10, núm. 1, pp. 7804-7823. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1.22861

Melin, Patricia (2026). "Ciclo de conferencias en IA. Sesión 4", *Secretaría de Ciencia*, 21 de abril (video). Disponible en: https://www.youtube.com/live/u8Tp9x2v590 (consulta: 22 de abril de 2026).

Morin, Edgar (2001). *Introducción al pensamiento complejo,* Barcelona: Gedisa.

Prendes-Espinosa, M. Paz (2023). "La revolución de la inteligencia artificial en tiempos de negacionismo tecnológico", *RiiTE,* núm. 15, pp. 1-15. Disponible en: https://digitum.um.es/server/api/core/bitstreams/2b26cbd8-6210-44fa-8ddc-d683eda04c66/content (consulta: 22 de abril de 2026).

Quilca, Josué Alejandro y Farinango, Alex Mateo (2026). "La influencia de las herramientas de inteligencia artificial en estudiantes universitarios", *Revista Multidisciplinar Innova Scientia,* vol. 2, núm. 1, pp. 164-173. Disponible en: https://alumnieditora.com/index.php/RMIS/es/article/view/476/908 (consulta: 13 de abril de 2026).

Quiroz, Nadia y Avalos-Rogel, Alejandra (2025). "Áreas de investigación de la Inteligencia Artificial en modelos y propuestas en Educación Matemática", ponencia presentada en el 2º Congreso de la Sociedad Mexicana de Investigación y Divulgación de la Educación Matemática. Disponible en: https://somidem.org.mx/?view=viewpdf&id=68 (consulta: 13 de abril de 2026).

Ramón, Rocío; Edel-Navarro, Rubén y Figueroa-Rodríguez, Sebastián (2021). "Dimensiones pedagógicas para el uso del internet en la educación secundaria", *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara*, vol. 16 núm. 1, pp. 788-803. https://doi.org/10.21723/riaee.v16iEsp.1.14915.

Sadovsky, Patricia (2005). "La teoría de situaciones didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la matemática", en H. Alagia, A. Bressan y P. Sadovsky (eds.), *Reflexiones teóricas para la educación matemática*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.

Schön, Donald Alan (1983). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*, Barcelona: Paidós.

Searle, John Rogers (1980). "Mentes, cerebros y programas", *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 3, núm. 3, pp. 417-457. Disponible en: https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/minds-brains-and-programs/DC644B47A4299C637C89772FACC2706A (consulta: 5 de abril de 2026).

Serrano, José Luis y Moreno-García, Juan (2024). "Inteligencia artificial y personalización del aprendizaje: ¿innovación educativa o promesas recicladas?", *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa,* núm. 89, pp. 1-17. https://doi.org/10.21556/edutec.2024.89.3577

Shulman, Lee S. (1986). "Those who understand: Knowledge growth in teaching", *Educational Researcher,* vol. 15, núm. 2, pp. 4-14. Disponible en: https://www.wcu.edu/webfiles/pdfs/shulman.pdf (consulta: 13 de enero de 2026).

Tenorio-Sepúlveda, Gloria Concepción; Soberanes-Martín, Anabelem y Martínez-Reyes, Magaly (2018). "Diseño instruccional con aprendizaje adaptativo de un curso en línea. Redacción de protocolos de investigación", *Revista de Gestión Universitaria*, vol. 2, núm. 3, pp. 9-16. Disponible en: https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Gestion_Universitaria/vol2num3/Revista_de_Gesti%C3%B3n_Universitaria_V2_N3_2.pdf (consulta: 7 de abril de 2026).

Turing, Alan Mathison (1950). "Computing machinery and intelligence", *Mindm*, vol. 49, pp. 433-460. Disponible en: https://courses.cs.umbc.edu/471/papers/turing.pdf (consulta: 3 de abril de 2026).

Artículo recibido: 4 de mayo de 2026
Dictaminado: 7 de julio de 2026
Segunda versión: 21 de julio de 2026
Aceptado: 28 de julio de 2026