Diseño Universal del Aprendizaje
con Inteligencia Artificial

Personalización, inclusión y accesibilidad mediante IA sin perder autonomía ni exigencia cognitiva



Rommel Triana
Manuela Pacheco
Bolívar Chávez
Gloria Betancourt

EDITORIAL SAGA

Diseño Universal del Aprendizaje con Inteligencia Artificial

Personalización, inclusión y accesibilidad mediante IA sin perder autonomía ni exigencia cognitiva

Rommel Joseph Triana Teran
Manuela Gladys Pacheco Mendoza
Bolívar Ramón Chávez Guerrero
Gloria Emérita Betancourt Calderón

EDITORIAL
SAGA



Datos bibliográficos

ISBN:	**978-9907-854-04-6**
Título del libro:	Diseño Universal del Aprendizaje con Inteligencia Artificial Personalización, inclusión y accesibilidad mediante IA sin perder autonomía ni exigencia cognitiva
Autores:	Triana Teran, Rommel Joseph Pacheco Mendoza, Manuela Gladys Chávez Guerrero, Bolívar Ramón Betancourt Calderón, Gloria Emérita
Editorial:	SAGA
Materia:	370 - Educación
Público objetivo:	Profesional / académico
Publicado:	2026-11-01
Número de edición:	1
Tamaño:	5Mb
Soporte:	Libro digital descargable
Formato:	Pdf (.pdf)
Idioma:	Español
DOI:	https://doi.org/10.63415/saga.2026.148

Hecho en el Ecuador / Made in Ecuador

Autores

Rommel Joseph Triana Teran
Unidad Educativa San Carlos
rommel.triana@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0000-0002-4059-9201
Vinces, Ecuador

Manuela Gladys Pacheco Mendoza
Unidad Educativa San Carlos
manuela.pacheco@educacion.gob.ec
https://orcid.org/0009-0001-3019-0322
Quevedo, Ecuador

Bolívar Ramón Chávez Guerrero
Unidad Educativa El Carmen
bochague7@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0006-5444-4960
Chone, Ecuador

Gloria Emérita Betancourt Calderón
Unidad Educativa Mons. Juan María Riofrío
francabetancourt@gmail.com
https://orcid.org/0009-0004-0660-7388
Loja, Ecuador

EDITORIAL
SAGA

El contenido y las ideas expuestas en esta obra se encuentran protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual y constituyen derechos exclusivos de su(s) autor(es)

Todos los derechos reservados © 2026

Sinopsis

El libro Diseño Universal del Aprendizaje con Inteligencia Artificial: Personalización, inclusión y accesibilidad mediante IA sin perder autonomía ni exigencia cognitiva examina las relaciones entre diversidad humana y tecnologías inteligentes desde una perspectiva pedagógica orientada a la equidad educativa. Su planteamiento articula los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje con las capacidades de la inteligencia artificial para configurar experiencias formativas accesibles que reconozcan la variabilidad cognitiva sin debilitar el rigor académico. La obra analiza la personalización algorítmica y la accesibilidad multimodal como procesos que requieren decisiones didácticas sustentadas en evidencias. También estudia las implicaciones de la mediación tecnológica sobre la autorregulación y la construcción autónoma del conocimiento. Particular atención recibe la preservación del esfuerzo intelectual frente a sistemas generativos capaces de intervenir en tareas complejas. Desde una perspectiva crítica se examinan los sesgos algorítmicos y las condiciones éticas necesarias para garantizar una participación educativa equitativa. El texto propone criterios para diseñar intervenciones pedagógicas que integren apoyos adaptativos con evaluación auténtica y supervisión docente. Su contribución reside en una arquitectura conceptual y metodológica destinada a orientar prácticas educativas inclusivas mediante inteligencia artificial sin desplazar la responsabilidad humana ni reducir las demandas cognitivas del aprendizaje.

Palabras clave: diseño universal, inteligencia artificial, educación inclusiva, accesibilidad, aprendizaje personalizado

Synopsis

The book Universal Design for Learning with Artificial Intelligence: Personalization, Inclusion, and Accessibility through AI without Compromising Autonomy or Cognitive Demand examines the relationships between human diversity and intelligent technologies from a pedagogical perspective oriented toward educational equity. Its approach integrates the principles of Universal Design for Learning with the capabilities of artificial intelligence to create accessible learning experiences that recognize cognitive variability without compromising academic rigor. The work analyzes algorithmic personalization and multimodal accessibility as processes requiring evidence-based instructional decisions. It also examines the implications of technological mediation for self-regulation and autonomous knowledge construction. Particular attention is devoted to preserving intellectual effort when generative systems intervene in complex tasks. From a critical perspective, the book addresses algorithmic biases and the ethical conditions necessary to ensure equitable educational participation. It proposes criteria for designing pedagogical interventions that combine adaptive support with authentic assessment and teacher supervision. Its contribution lies in a conceptual and methodological architecture intended to guide inclusive educational practices supported by artificial intelligence while preserving human responsibility and maintaining the cognitive demands inherent in meaningful learning.

Keywords: universal design, artificial intelligence, inclusive education, accessibility, personalized learning

Índice General

Sinopsis ..... **v**

Índice General **7**

Índice de Tablas **11**

Índice de Figuras **12**

Introducción **13**

Capítulo I Reconfiguración del Diseño Universal para el Aprendizaje en ecosistemas educativos mediados por inteligencia artificial **17**

1.1. Evolución epistemológica del Diseño Universal para el Aprendizaje: de la variabilidad humana a la diversidad cognitiva mediada por IA 21

1.2. Neurodiversidad, plasticidad cerebral y singularidad del aprendizaje en entornos educativos algorítmicos 25

1.3. Arquitecturas pedagógicas inteligentes desde los principios de implicación, representación, acción y expresión del DUA 28

1.4. Interseccionalidad, justicia educativa y reconocimiento de las diferencias individuales en sistemas de aprendizaje automatizados 32

1.5. Agencia humana y mediación algorítmica: delimitación de las decisiones pedagógicas entre docentes, estudiantes e inteligencia artificial 36

1.6. Del diseño curricular uniforme a los ecosistemas educativos adaptativos: una reinterpretación crítica del DUA desde la inteligencia artificial 39

Capítulo II Personalización algorítmica del aprendizaje sin fragmentación curricular ni dependencia cognitiva **45**

2.1. Modelización dinámica del perfil del aprendiz mediante IA: variabilidad cognitiva, preferencias y necesidades educativas 49

2.2. Trayectorias adaptativas de aprendizaje basadas en evidencias: flexibilidad metodológica y preservación de objetivos curriculares compartidos 53

2.3. Sistemas de recomendación pedagógica y andamiaje inteligente: regulación progresiva de la ayuda y transferencia de responsabilidad al estudiante 56

2.4. Personalización generativa de contenidos: equivalencia conceptual, profundidad disciplinar y diversidad de representaciones 60

2.5. Metacognición asistida por IA: autorregulación, monitoreo del aprendizaje y construcción de criterios propios 63

2.6. Límites de la adaptación algorítmica: prevención de la sobrepersonalización, el empobrecimiento intelectual y la dependencia tecnológica 66

Capítulo III Accesibilidad cognitiva, sensorial y comunicativa mediante inteligencia artificial multimodal..... 71

3.1. Accesibilidad educativa desde el diseño anticipatorio: eliminación de barreras en experiencias de aprendizaje mediadas por IA..... 75

3.2. Inteligencia artificial multimodal y equivalencia semántica entre textos, imágenes, audio, video y representaciones interactivas 79

3.3. Tecnologías generativas para la accesibilidad lingüística: lectura fácil, comunicación aumentativa y alternativas expresivas 82

3.4. Neurodivergencias y procesamiento de la información: adaptación de interfaces, secuencias didácticas y demandas ejecutivas 86

3.5. Accesibilidad cognitiva sin simplificación epistemológica: preservación de la complejidad conceptual y el rigor académico 89

3.6. Auditoría participativa de accesibilidad algorítmica: evaluación de barreras, sesgos y experiencias desde la perspectiva del estudiantado..... 93

Capítulo IV Autonomía intelectual, pensamiento crítico y exigencia cognitiva en experiencias educativas con IA 97

4.1. Autonomía epistémica del estudiante: autoría intelectual, toma de decisiones y construcción de conocimiento frente a sistemas generativos 101

4.2. Exigencia cognitiva y Diseño Universal para el Aprendizaje: diferenciación de apoyos sin reducción de la complejidad intelectual 105

4.3. Andamiaje algorítmico decreciente: diseño de interacciones que favorecen el esfuerzo productivo y la independencia progresiva ... 108

4.4. Pensamiento crítico y alfabetización algorítmica: verificación de evidencias, detección de sesgos y cuestionamiento de respuestas generadas 112

4.5. Evaluación auténtica en entornos de IA: trazabilidad del razonamiento, transferencia del conocimiento y demostración de competencias 116

4.6. Integridad académica y autorregulación del uso de IA: criterios para distinguir asistencia legítima, delegación cognitiva y sustitución del aprendizaje 119

Capítulo V Ingeniería didáctica, gobernanza ética y validación del DUA con inteligencia artificial 125

5.1. Codiseño de experiencias educativas inclusivas: articulación entre objetivos de aprendizaje, variabilidad estudiantil y capacidades de la IA 129

5.2. Ingeniería de instrucciones pedagógicas accesibles: diseño de interacciones generativas alineadas con las pautas del DUA 133

5.3. Orquestación de agentes educativos inteligentes: distribución de funciones, supervisión docente y control de las decisiones automatizadas 136

5.4. Analítica del aprendizaje inclusiva: interpretación de evidencias, detección de barreras y protección de la privacidad estudiantil 140

5.5. Evaluación de intervenciones DUA-IA: indicadores de accesibilidad, participación, autonomía, equidad y exigencia cognitiva 143

5.6. Construcción y validación de un modelo pedagógico DUA-IA: criterios de implementación, transferibilidad y mejora continua ... 147

Conclusiones 153

Referencias Bibliográficas 157

Índice de Tablas

Tabla 1 *Fundamentos y dimensiones pedagógicas de la reconfiguración del Diseño Universal para el Aprendizaje mediante inteligencia artificial* 42

Tabla 2 *Dimensiones pedagógicas y criterios de aplicación de la personalización algorítmica del aprendizaje* 70

Tabla 3 *Dimensiones pedagógicas y criterios de accesibilidad educativa mediante inteligencia artificial multimodal* 96

Tabla 4 *Dimensiones pedagógicas para preservar la autonomía intelectual y la exigencia cognitiva en experiencias educativas con inteligencia artificial* 122

Tabla 5 *Dimensiones pedagógicas y criterios de implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje con inteligencia artificial* 150

Índice de Figuras

Figura 1 *Dimensiones del DUA mediado por inteligencia artificial* 19
Figura 2 *Neurodiversidad y aprendizaje en entornos algorítmicos* 27
Figura 3 *Interseccionalidad y equidad en el aprendizaje automatizado* 35
Figura 4 *Dimensiones de la personalización algorítmica del aprendizaje* 47
Figura 5 *Trayectorias adaptativas y objetivos curriculares compartidos* 55
Figura 6 *Principios de la personalización generativa de contenidos*... 61
Figura 7 *Dimensiones de accesibilidad educativa mediante IA multimodal* 73
Figura 8 *Equivalencia semántica entre modalidades de representación* 81
Figura 9 *Adaptaciones educativas para la diversidad neurocognitiva* 87
Figura 10 *Dimensiones de la autonomía intelectual en educación con IA* 99
Figura 11 *Exigencia cognitiva y apoyos diferenciados* 107
Figura 12 *Pensamiento crítico y alfabetización algorítmica*..... 113
Figura 13 *Estructura pedagógica del DUA con inteligencia artificial* 127
Figura 14 *Diseño de instrucciones generativas accesibles* 135
Figura 15 *Analítica inclusiva y privacidad estudiantil*..... 141

Introducción

La educación contemporánea enfrenta la necesidad de reconocer la diversidad humana sin renunciar a una formación intelectualmente rigurosa. Durante las últimas décadas, el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) ha contribuido a transformar las concepciones tradicionales de enseñanza mediante propuestas orientadas a reducir barreras y ampliar las oportunidades de participación. Almeqdad et al. (2023) examinaron su efectividad mediante una revisión sistemática y un metaanálisis que aportan fundamentos para valorar sus aplicaciones educativas. La incorporación de inteligencia artificial abre nuevas posibilidades para profundizar dicha transformación pedagógica.

La expansión de los sistemas inteligentes ha modificado las condiciones de producción del conocimiento y las formas de interacción educativa. Las plataformas adaptativas permiten identificar patrones de aprendizaje y ofrecer apoyos diferenciados mediante procedimientos automatizados. Zawacki-Richter et al. (2019) identificaron diversas aplicaciones de inteligencia artificial en educación superior y advirtieron una participación limitada del profesorado en las investigaciones examinadas. Tal situación plantea interrogantes sobre la responsabilidad pedagógica y la pertinencia de incorporar tecnologías capaces de intervenir en decisiones tradicionalmente reservadas a los educadores.

La personalización constituye una de las posibilidades más relevantes de la inteligencia artificial aplicada a la educación inclusiva. Su desarrollo requiere reconocer que las diferencias individuales no pueden reducirse a perfiles algorítmicos permanentes. Pelánek (2025) analizó las dificultades inherentes al modelado del aprendizaje adaptativo y destacó los compromisos que intervienen en su diseño. Desde una perspectiva complementaria, Hariyanto et al. (2025) revisaron técnicas de

personalización educativa basadas en inteligencia artificial. Ambas contribuciones permiten examinar la relación entre flexibilidad metodológica y preservación de objetivos curriculares compartidos.

La accesibilidad educativa adquiere nuevas dimensiones cuando las tecnologías inteligentes intervienen en la representación de contenidos y en las posibilidades de expresión del estudiantado. Las herramientas multimodales pueden facilitar el acceso a información mediante recursos visuales y táctiles. También permiten desarrollar alternativas comunicativas ajustadas a necesidades particulares. Wu et al. (2025) investigaron la usabilidad de gráficos táctiles generados mediante inteligencia artificial para niños con discapacidad visual. Por su parte, Zhao et al. (2025) estudiaron el uso de inteligencia artificial generativa entre estudiantes universitarios con discapacidad.

La incorporación de herramientas generativas también plantea preocupaciones relacionadas con la autonomía intelectual y la profundidad del aprendizaje. Una asistencia tecnológica excesiva puede modificar la participación del estudiante en procesos de razonamiento y elaboración conceptual. Tian y Zhang (2025) investigaron la relación entre dependencia de inteligencia artificial y pensamiento crítico mediante variables psicológicas y de alfabetización tecnológica. Jiang y Chen (2026) abordaron la delegación de procesos cognitivos en estudiantes universitarios. Tales investigaciones justifican examinar las condiciones pedagógicas necesarias para preservar el esfuerzo intelectual durante las actividades mediadas por algoritmos.

La autorregulación representa otra dimensión fundamental de la relación entre aprendizaje e inteligencia artificial. Los sistemas inteligentes pueden proporcionar retroalimentación y orientar procesos de planificación académica. Sin embargo, su valor educativo depende de que favorezcan decisiones conscientes por parte del estudiante. Han et al. (2025) investigaron patrones metacognitivos presentes en la colaboración

entre personas e inteligencia artificial generativa. Qian et al. (2026) estudiaron mecanismos de andamiaje destinados a mejorar la fiabilidad del apoyo al aprendizaje autorregulado. Ambas investigaciones permiten fundamentar intervenciones orientadas hacia una independencia progresiva.

La dimensión ética adquiere particular relevancia cuando las decisiones automatizadas afectan oportunidades de participación y evaluación. Los sistemas educativos requieren procedimientos transparentes que permitan reconocer posibles sesgos y proteger la información personal. Jones et al. (2020) investigaron las percepciones estudiantiles sobre privacidad y analítica del aprendizaje en educación superior. Li et al. (2022) examinaron diferencias en la disposición del alumnado a consentir el tratamiento de datos educativos. Dichos antecedentes fundamentan la necesidad de incorporar justicia educativa y protección de derechos en el diseño de experiencias inclusivas.

La presente obra tiene como objetivo desarrollar una articulación pedagógica entre los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje y las capacidades de la inteligencia artificial. Busca establecer criterios para personalizar experiencias formativas sin fragmentar el currículo ni debilitar la autonomía intelectual. Su planteamiento responde a varias preguntas: ¿Bajo qué condiciones puede la inteligencia artificial ampliar la accesibilidad educativa? ¿Qué criterios permiten conservar la exigencia cognitiva? ¿De qué manera pueden distribuirse las responsabilidades entre docentes y estudiantes? ¿Qué procedimientos permiten evaluar la equidad de las intervenciones?

La organización del libro responde a una progresión conceptual que vincula fundamentos teóricos con decisiones de diseño educativo. El primer capítulo examina la reconfiguración del DUA ante la diversidad cognitiva y la mediación algorítmica. El segundo aborda la personalización del aprendizaje y sus límites pedagógicos. El tercero desarrolla la accesibilidad cognitiva y

sensorial mediante inteligencia artificial multimodal. Fitas (2025) aporta una perspectiva sobre educación inclusiva apoyada por inteligencia artificial que permite relacionar las necesidades educativas particulares con la eliminación de barreras lingüísticas.

El cuarto capítulo analiza la autonomía intelectual y el pensamiento crítico junto con la evaluación auténtica y la integridad académica. Vetter et al. (2024) examinaron las relaciones entre inteligencia artificial generativa y ética académica. El quinto capítulo desarrolla criterios de ingeniería didáctica y gobernanza para construir y validar un modelo pedagógico DUA-IA. La obra articula ambas dimensiones mediante una premisa educativa: la tecnología debe ampliar las oportunidades de aprendizaje mientras el profesorado conserva su responsabilidad pedagógica y el estudiantado participa activamente en la construcción del conocimiento.

Capítulo I

Reconfiguración del Diseño Universal para el Aprendizaje en ecosistemas educativos mediados por inteligencia artificial

La educación contemporánea atraviesa una transformación que afecta las formas de comprender el aprendizaje y las responsabilidades de quienes participan en su construcción. La incorporación de inteligencia artificial a los ambientes educativos modifica las posibilidades de intervención pedagógica y plantea nuevas preguntas sobre la diversidad humana. En medio de tales cambios, el Diseño Universal para el Aprendizaje adquiere renovada pertinencia. Su reinterpretación exige examinar las relaciones entre conocimiento, tecnología y formación sin perder de vista la singularidad de cada estudiante.

Durante mucho tiempo, la organización escolar respondió a criterios de homogeneidad que facilitaron la administración curricular, aunque limitaron el reconocimiento de trayectorias individuales. La investigación educativa ha cuestionado progresivamente tales criterios. Almeqdad et al. (2023), mediante una revisión sistemática y un metaanálisis, examinaron la efectividad del Diseño Universal para el Aprendizaje y aportaron evidencia para valorar su aplicación. El debate actual amplía dicha preocupación hacia ambientes donde las decisiones educativas reciben una intervención algorítmica cada vez mayor.

La diversidad de experiencias cognitivas adquiere especial relevancia cuando las tecnologías comienzan a participar en actividades vinculadas con la comprensión y la producción académica. Las diferencias entre estudiantes expresan trayectorias personales que interactúan con condiciones institucionales y recursos disponibles. Zhao et al. (2025) investigaron el uso de inteligencia artificial generativa por estudiantes con discapacidad en educación superior. Su trabajo sitúa la discusión sobre accesibilidad tecnológica dentro de experiencias concretas de participación académica y plantea interrogantes educativos pertinentes.

La presencia de sistemas inteligentes también modifica las condiciones bajo las cuales se diseñan las experiencias de

enseñanza. Las posibilidades de automatización permiten reorganizar determinadas actividades, aunque su pertinencia depende de decisiones pedagógicas previamente fundamentadas. Zawacki-Richter et al. (2019) identificaron una presencia limitada de perspectivas docentes en parte de la investigación sobre inteligencia artificial en educación superior. Tal observación invita a examinar el lugar del conocimiento profesional dentro de las transformaciones tecnológicas que atraviesan las instituciones educativas.

Figura 1

Dimensiones del DUA mediado por inteligencia artificial



A medida que las plataformas digitales adquieren capacidad para registrar interacciones académicas, aparecen interrogantes relacionados con la equidad y el tratamiento de información personal. Las diferencias sociales pueden influir en las condiciones de participación tecnológica y en las decisiones derivadas del procesamiento automatizado. Li et al. (2022) investigaron las disparidades en la disposición estudiantil a consentir el uso de analíticas de aprendizaje. Su contribución permite incorporar la justicia educativa al examen de las prácticas institucionales mediadas por datos.

La autonomía intelectual representa otra preocupación vinculada con la expansión de sistemas capaces de orientar actividades y producir valoraciones académicas. El acceso inmediato a recomendaciones puede favorecer determinados procesos de aprendizaje, pero también modificar las oportunidades de ejercer juicio propio. Lluch Molins y Lindín Soriano (2026) examinan las relaciones entre analíticas de aprendizaje, expectativas estudiantiles y condiciones de evaluación algorítmica justa. Tales cuestiones adquieren relevancia al delimitar responsabilidades entre docentes, estudiantes y tecnologías educativas inteligentes.

La transformación tecnológica alcanza igualmente la organización curricular y las condiciones mediante las cuales se establecen itinerarios formativos. Los sistemas adaptativos permiten considerar ajustes relacionados con determinadas necesidades educativas, aunque su utilización plantea preguntas sobre la continuidad del conocimiento. Hariyanto et al. (2025) desarrollaron una revisión sistemática de técnicas de inteligencia artificial aplicadas al aprendizaje personalizado. Su investigación aporta un referente para examinar las posibilidades tecnológicas sin confundir adaptación operativa con pertinencia pedagógica o profundidad intelectual.

Las investigaciones mencionadas permiten reconocer un campo educativo atravesado por tensiones que difícilmente pueden resolverse mediante respuestas exclusivamente técnicas. La accesibilidad requiere considerar las condiciones reales de participación, mientras la personalización demanda preservar oportunidades compartidas de formación. También importa reconocer que las decisiones automatizadas responden a criterios definidos por personas e instituciones. Desde una perspectiva académica, comprender tales relaciones exige articular fundamentos pedagógicos y consideraciones éticas con las experiencias humanas que dan sentido al aprendizaje.

El capítulo aborda tales preocupaciones mediante una progresión que parte de los fundamentos epistemológicos del Diseño Universal para el Aprendizaje y avanza hacia sus implicaciones institucionales. La neurodiversidad y la plasticidad cerebral permiten profundizar en la singularidad de las trayectorias cognitivas. Posteriormente, la reflexión se orienta hacia las arquitecturas pedagógicas inteligentes y las relaciones entre justicia educativa y decisiones automatizadas. La agencia humana y la transformación curricular completan una discusión articulada alrededor de responsabilidades formativas compartidas.

La reconfiguración del Diseño Universal para el Aprendizaje en ecosistemas mediados por inteligencia artificial requiere mantener una mirada crítica sobre las posibilidades y los límites de la innovación educativa. Las tecnologías adquieren significado pedagógico mediante las decisiones que orientan su utilización y las experiencias que hacen posibles. Desde tal comprensión, el capítulo examina las condiciones necesarias para relacionar inclusión, autonomía y exigencia cognitiva. La reflexión reconoce que educar continúa siendo una responsabilidad profundamente humana.

1.1. Evolución epistemológica del Diseño Universal para el Aprendizaje: de la variabilidad humana a la diversidad cognitiva mediada por IA

La evolución epistemológica del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) responde a una transformación profunda en la comprensión de las diferencias humanas dentro de los procesos educativos. Durante décadas, la enseñanza se organizó alrededor de patrones relativamente homogéneos de desempeño y participación. Frente a esa tradición, el DUA reconoce que la variabilidad constituye una condición inherente al aprendizaje. Tal reconocimiento modifica las bases desde las cuales se conciben el

conocimiento, la enseñanza y las oportunidades educativas para cada estudiante.

Desde una perspectiva epistemológica, la variabilidad humana cuestiona la existencia de un estudiante promedio capaz de representar las necesidades de una comunidad educativa. Las diferencias en percepción, lenguaje, memoria y autorregulación adquieren relevancia para comprender la construcción del conocimiento. Almeqdad et al. (2023), mediante una revisión sistemática y metaanálisis, examinan la efectividad del DUA en distintos escenarios educativos. Su investigación contribuye a fundamentar una concepción pedagógica que reconoce múltiples posibilidades de participación y aprendizaje entre estudiantes diversos.

El tránsito hacia una comprensión amplia de la diversidad cognitiva exige revisar las relaciones entre capacidad, desempeño y condiciones de aprendizaje. Una dificultad observada durante una actividad puede expresar barreras presentes en la propuesta educativa antes que limitaciones permanentes del estudiante. Desde tal perspectiva, el conocimiento deja de interpretarse mediante respuestas uniformes y comienza a comprenderse como una construcción situada. La atención se desplaza hacia las condiciones que permiten expresar capacidades mediante diferentes formas de interacción.

La incorporación de inteligencia artificial introduce una nueva dimensión en la comprensión de la diversidad cognitiva. Los sistemas algorítmicos pueden identificar regularidades en determinadas interacciones educativas y ofrecer información sobre ritmos, preferencias y dificultades observables. Sin embargo, tales registros representan manifestaciones parciales del aprendizaje. Ningún conjunto de datos permite reconstruir plenamente la experiencia intelectual de una persona. Reconocer tal límite resulta necesario para evitar que las clasificaciones automatizadas

sustituyan la comprensión pedagógica de las diferencias individuales.

La relación entre DUA e inteligencia artificial plantea una cuestión epistemológica relacionada con la naturaleza del conocimiento producido mediante sistemas automatizados. Una predicción algorítmica puede orientar decisiones educativas, aunque su precisión estadística no equivale necesariamente a comprensión pedagógica. Los patrones identificados requieren interpretación humana y consideración de las circunstancias de aprendizaje. En consecuencia, la información generada por inteligencia artificial adquiere valor educativo cuando participa en procesos reflexivos capaces de reconocer aquello que los datos no consiguen representar.

La evidencia examinada por Almeqdad et al. (2023) permite situar la discusión sobre el DUA dentro de una tradición investigativa interesada en sus resultados educativos. Desde esa base, la incorporación de inteligencia artificial abre interrogantes que requieren investigación específica. Entre ellos destaca la relación entre adaptación tecnológica y desarrollo de capacidades transferibles. Una experiencia educativa puede responder adecuadamente a diferencias individuales sin garantizar necesariamente comprensión profunda. Conviene distinguir ambas dimensiones al valorar sus fundamentos pedagógicos y epistemológicos.

La diversidad cognitiva mediada por inteligencia artificial tampoco puede reducirse a perfiles definidos mediante indicadores de rendimiento. Las formas de pensar cambian durante la interacción con problemas, lenguajes y herramientas culturales. Un estudiante puede mostrar dificultades ante una representación y desarrollar razonamientos complejos mediante otra. La variabilidad adquiere entonces un carácter dinámico que impide establecer identidades cognitivas permanentes. Tal consideración resulta especialmente pertinente cuando los sistemas tecnológicos

construyen categorías destinadas a orientar decisiones sobre experiencias educativas.

Otra transformación epistemológica aparece cuando la inteligencia artificial participa en actividades tradicionalmente vinculadas con operaciones intelectuales humanas. La generación de explicaciones, la organización de información y la formulación de respuestas automatizadas modifican las condiciones bajo las cuales se manifiesta el aprendizaje. Surge entonces la necesidad de distinguir entre producción asistida y elaboración conceptual propia. La presencia tecnológica obliga a examinar qué evidencias permiten reconocer comprensión, juicio y transferencia cuando parte del trabajo cognitivo recibe apoyo externo.

Desde una mirada crítica, la convergencia entre DUA e inteligencia artificial requiere reconocer que toda tecnología incorpora criterios de clasificación y determinadas concepciones sobre el aprendizaje. Los algoritmos operan mediante modelos construidos a partir de decisiones humanas y conjuntos particulares de datos. Por ello, sus resultados deben interpretarse considerando posibles sesgos y límites explicativos. La diversidad cognitiva reclama una comprensión abierta que preserve la singularidad del estudiante frente a representaciones computacionales necesariamente incompletas de su actividad intelectual.

La evolución epistemológica del DUA alcanza una nueva expresión cuando la diversidad cognitiva se comprende mediante relaciones cambiantes entre sujetos, conocimientos y tecnologías. La inteligencia artificial amplía las posibilidades de observación e intervención educativa, pero también exige revisar los criterios utilizados para interpretar el aprendizaje. En tal escenario, la autonomía intelectual conserva un lugar central. La comprensión de las diferencias humanas demanda mantener abierta la pregunta por aquello que cada estudiante puede construir, transformar y comprender.

1.2. Neurodiversidad, plasticidad cerebral y singularidad del aprendizaje en entornos educativos algorítmicos

La neurodiversidad introduce una comprensión del aprendizaje vinculada con la pluralidad de funcionamientos neurológicos presentes en cualquier comunidad educativa. Las diferencias en atención, procesamiento sensorial, comunicación y organización del pensamiento forman parte de la experiencia humana. Desde una perspectiva pedagógica, reconocerlas implica abandonar interpretaciones que identifican determinadas formas de funcionamiento cognitivo con deficiencias individuales. Cada trayectoria de aprendizaje expresa relaciones particulares entre características neurobiológicas, experiencias previas y condiciones educativas que intervienen en su desarrollo.

La plasticidad cerebral aporta una dimensión temporal a la comprensión de la neurodiversidad. Las conexiones neuronales experimentan modificaciones relacionadas con la práctica, la experiencia y las condiciones del entorno. Sin embargo, reconocer tal capacidad de transformación no significa afirmar que todas las personas aprenden mediante procesos equivalentes. Las trayectorias cognitivas presentan ritmos y posibilidades diferentes. La educación adquiere relevancia al proporcionar experiencias que favorezcan nuevas conexiones sin imponer expectativas uniformes sobre los procesos de desarrollo intelectual.

La singularidad del aprendizaje adquiere especial relevancia cuando las diferencias neurológicas interactúan con ambientes educativos mediados por algoritmos. Las plataformas digitales registran comportamientos observables y procesan información relacionada con determinadas actividades académicas. Tales registros pueden contribuir a identificar necesidades de apoyo, aunque permanecen distantes de la complejidad neurocognitiva individual. La velocidad de respuesta, por ejemplo, no permite establecer directamente la profundidad del

razonamiento. Interpretar ambas dimensiones como equivalentes produciría valoraciones pedagógicas insuficientes sobre capacidades reales.

La investigación de Zhao et al. (2025) aborda el uso de inteligencia artificial generativa por estudiantes con discapacidad en educación superior. Su objeto de estudio resulta pertinente para examinar las relaciones entre tecnologías emergentes y participación académica de poblaciones con necesidades diversas. Desde una perspectiva neuroeducativa, dicha relación plantea interrogantes sobre las condiciones que favorecen el acceso al conocimiento. También invita a considerar las experiencias individuales que intervienen en la utilización de herramientas digitales durante actividades intelectuales complejas.

Los entornos algorítmicos introducen posibilidades de interacción que pueden adquirir significados diferentes según las características cognitivas de cada estudiante. Una explicación fragmentada puede facilitar determinados procesos de comprensión y resultar insuficiente para quienes necesitan relaciones conceptuales más amplias. De manera semejante, los apoyos visuales o verbales presentan efectos variables. La plasticidad cerebral permite comprender que las respuestas educativas pueden modificarse mediante experiencias sucesivas, aunque ninguna adaptación garantiza por sí misma transformaciones duraderas del aprendizaje.

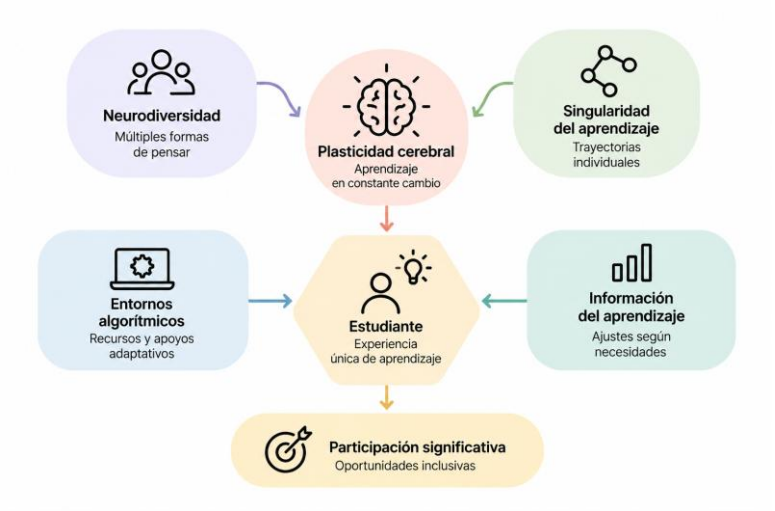
La relación entre neurodiversidad e inteligencia artificial requiere distinguir las preferencias observadas de las capacidades intelectuales que pueden desarrollarse. Cuando un sistema recomienda reiteradamente actividades semejantes, existe el riesgo de restringir las oportunidades de experimentar formas diferentes de razonamiento. La familiaridad con una modalidad educativa tampoco constituye evidencia de superioridad cognitiva. Una formación intelectualmente exigente necesita preservar experiencias que amplíen los repertorios de aprendizaje y permitan

construir estrategias nuevas ante problemas desconocidos o complejos.

Zhao et al. (2025) sitúan la inteligencia artificial generativa dentro de las prácticas académicas de estudiantes con discapacidad, un ámbito relevante para discutir las relaciones entre accesibilidad tecnológica y experiencia educativa. Desde tal aproximación, conviene examinar las condiciones bajo las cuales las herramientas digitales acompañan actividades de lectura, escritura y elaboración conceptual. La atención pedagógica debe considerar tanto las posibilidades de participación como las decisiones intelectuales que permanecen bajo responsabilidad de quien aprende.

Figura 2

Neurodiversidad y aprendizaje en entornos algorítmicos



La plasticidad cerebral también invita a comprender el error como parte de los procesos mediante los cuales se reorganizan conocimientos y estrategias cognitivas. En ambientes algorítmicos capaces de ofrecer respuestas inmediatas, la corrección automática puede reducir oportunidades de confrontar interpretaciones

propias. Sin embargo, tampoco corresponde idealizar la dificultad permanente. La intervención educativa necesita valorar cuándo una ayuda favorece la elaboración intelectual y cuándo interrumpe procesos necesarios para consolidar aprendizajes mediante reflexión y práctica deliberada.

La singularidad neurocognitiva plantea igualmente consideraciones éticas respecto al tratamiento de información educativa. Los patrones conductuales registrados por plataformas inteligentes pueden utilizarse para construir inferencias sobre atención, dificultades o características personales. Tales inferencias requieren prudencia porque una conducta observable admite explicaciones diferentes. La protección de la privacidad adquiere particular relevancia cuando los datos permiten atribuir condiciones neurológicas sin evaluación suficiente. Preservar la dignidad del estudiante implica reconocer los límites de cualquier representación algorítmica de su funcionamiento.

La articulación entre neurodiversidad, plasticidad cerebral y educación algorítmica permite comprender el aprendizaje como una experiencia abierta a transformaciones individuales. Las herramientas inteligentes pueden intervenir en determinados procesos académicos, pero su valor depende de las relaciones educativas que orientan su utilización. Reconocer la singularidad cognitiva exige respetar las diferencias sin convertirlas en destinos intelectuales predeterminados. Desde tal comprensión, la formación conserva su responsabilidad de cultivar capacidades mediante experiencias accesibles, exigentes y humanamente significativas.

1.3. Arquitecturas pedagógicas inteligentes desde los principios de implicación, representación, acción y expresión del DUA

Las arquitecturas pedagógicas inteligentes constituyen una forma de organizar experiencias educativas mediante decisiones

didácticas apoyadas por sistemas de inteligencia artificial. Su diseño requiere articular los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje con objetivos formativos explícitos. La implicación orienta las condiciones de participación; la representación atiende las vías de acceso al conocimiento; la acción y expresión permiten demostrar lo aprendido. La integración adquiere sentido cuando las decisiones tecnológicas responden a propósitos pedagógicos verificables y compartidos.

La organización de una arquitectura pedagógica inteligente comienza con la definición de relaciones entre objetivos curriculares, actividades y evidencias de aprendizaje. Los sistemas algorítmicos pueden intervenir en diferentes momentos de una secuencia educativa mediante recomendaciones o recursos adaptables. Sin embargo, su incorporación requiere criterios que permitan reconocer la pertinencia de cada intervención. Zawacki-Richter et al. (2019) identificaron una participación limitada de las perspectivas pedagógicas en parte de la investigación sobre inteligencia artificial aplicada a educación superior.

El principio de implicación adquiere una dimensión particular cuando los sistemas inteligentes intervienen en la organización de experiencias motivacionales. La selección de actividades puede considerar intereses académicos, niveles de participación y respuestas anteriores sin convertir tales indicadores en criterios definitivos. El compromiso intelectual depende también del significado atribuido a las tareas. Por ello, una arquitectura pedagógica necesita ofrecer oportunidades de elección que fortalezcan la autorregulación y mantengan expectativas formativas suficientemente exigentes para cada estudiante.

La representación del conocimiento exige decisiones que trascienden la disponibilidad de materiales en formatos diferentes. Una arquitectura inteligente puede relacionar explicaciones textuales, recursos audiovisuales y representaciones simbólicas mediante conexiones conceptuales explícitas. El propósito consiste

en facilitar el acceso a contenidos complejos sin alterar injustificadamente su profundidad disciplinar. La selección de recursos requiere considerar la naturaleza del conocimiento enseñado. Algunas ideas necesitan visualizaciones dinámicas, mientras otras demandan argumentaciones extensas o procedimientos que permitan examinar sus fundamentos.

Los principios de acción y expresión orientan la construcción de oportunidades para elaborar respuestas mediante procedimientos diversos. En ambientes inteligentes, las herramientas digitales pueden apoyar la planificación de tareas y la organización de producciones académicas. Sin embargo, la diversidad expresiva requiere criterios de evaluación relacionados con las capacidades que realmente interesa desarrollar. Una presentación audiovisual y un ensayo argumentativo pueden evidenciar aprendizajes semejantes, aunque demandan operaciones distintas. Corresponde reconocer tales diferencias sin confundir formato con competencia.

La revisión de Zawacki-Richter et al. (2019) permite advertir que las aplicaciones educativas de inteligencia artificial han concentrado atención investigativa en ámbitos como evaluación, predicción y sistemas adaptativos. Tal panorama plantea una cuestión relevante para el diseño pedagógico: integrar funciones tecnológicas dentro de estructuras didácticas coherentes. Una arquitectura inteligente requiere establecer relaciones comprensibles entre información procesada y decisiones educativas. La capacidad de automatización adquiere pertinencia cuando contribuye a propósitos de enseñanza definidos profesionalmente.

La articulación entre implicación, representación y acción requiere mecanismos de coordinación que eviten experiencias educativas fragmentadas. Una plataforma puede presentar materiales accesibles y ofrecer actividades variadas sin garantizar continuidad conceptual entre ambas dimensiones. La arquitectura

pedagógica necesita preservar relaciones entre los conocimientos abordados y las operaciones intelectuales solicitadas. En tal organización, la inteligencia artificial puede facilitar ajustes durante las actividades. Cada modificación debe conservar correspondencia con los objetivos curriculares y las evidencias previstas para evaluar aprendizajes.

La retroalimentación constituye otro componente estructural de las arquitecturas pedagógicas inteligentes. Los sistemas automatizados pueden proporcionar observaciones inmediatas sobre procedimientos y producciones académicas, aunque su utilidad depende de la calidad interpretativa de tales respuestas. Una indicación demasiado específica puede resolver anticipadamente operaciones que corresponden al estudiante. Por el contrario, una orientación insuficiente puede prolongar dificultades improductivas. El diseño pedagógico necesita graduar las ayudas para favorecer revisión autónoma y comprensión de los criterios de calidad.

La responsabilidad docente conserva una función decisiva en la gobernanza de las arquitecturas pedagógicas inteligentes. Zawacki-Richter et al. (2019) cuestionaron la escasa presencia de educadores en determinadas líneas de investigación sobre inteligencia artificial universitaria. Tal observación permite reconocer la necesidad de incorporar juicio profesional durante el diseño y la evaluación tecnológica. Las decisiones automatizadas requieren mecanismos de supervisión y revisión. La autoridad pedagógica debe permanecer vinculada con personas capaces de justificar sus intervenciones educativas.

Una arquitectura pedagógica inteligente alcanza coherencia cuando sus componentes tecnológicos mantienen relaciones explícitas con los principios del DUA y las exigencias del conocimiento disciplinar. La implicación sostiene oportunidades de participación significativa; la representación organiza accesos comprensibles y la acción permite elaborar evidencias intelectuales

pertinentes. Su funcionamiento requiere evaluación pedagógica continua y capacidad institucional para revisar decisiones algorítmicas. Bajo tales condiciones, la inteligencia artificial puede contribuir a experiencias educativas accesibles sin desplazar la autonomía del aprendizaje.

1.4. Interseccionalidad, justicia educativa y reconocimiento de las diferencias individuales en sistemas de aprendizaje automatizados

La interseccionalidad amplía la comprensión de las diferencias individuales al reconocer que las experiencias educativas están atravesadas por múltiples condiciones sociales y personales. El origen socioeconómico, el género, la discapacidad y las trayectorias culturales pueden interactuar de manera desigual dentro de las instituciones. En sistemas de aprendizaje automatizados, tales relaciones adquieren nuevas manifestaciones. Las decisiones algorítmicas intervienen sobre poblaciones cuyas oportunidades educativas ya presentan diferencias históricas que ninguna herramienta tecnológica puede interpretar adecuadamente mediante categorías aisladas.

La justicia educativa requiere examinar las condiciones bajo las cuales los sistemas inteligentes distribuyen oportunidades de participación y reconocimiento académico. Una plataforma puede aplicar procedimientos idénticos a todos los estudiantes y producir resultados desiguales debido a circunstancias previas. El acceso a dispositivos, la conectividad y las competencias digitales condicionan las posibilidades reales de interacción. Por ello, evaluar la equidad tecnológica exige considerar las relaciones entre recursos disponibles y condiciones sociales que intervienen en cada experiencia educativa.

El reconocimiento de las diferencias individuales plantea interrogantes sobre la información utilizada para construir perfiles educativos automatizados. Los registros de actividad pueden

reflejar comportamientos asociados con responsabilidades familiares, condiciones laborales o dificultades de conectividad. Interpretarlos exclusivamente como indicadores de compromiso académico conduciría a valoraciones parciales. Li et al. (2022) examinaron las diferencias en la disposición estudiantil a consentir el uso de analíticas de aprendizaje, aportando una perspectiva relevante sobre participación y tratamiento de datos educativos.

Las desigualdades algorítmicas pueden originarse durante la selección de datos y la definición de criterios empleados para interpretar el rendimiento académico. Cuando determinados grupos presentan menor representación en los conjuntos de entrenamiento, las predicciones pueden resultar menos adecuadas para sus experiencias. También intervienen las decisiones institucionales sobre aquello que merece medirse. La justicia educativa demanda examinar quién establece tales parámetros y qué consecuencias producen sobre estudiantes cuyas trayectorias se apartan de patrones predominantes.

La interseccionalidad permite advertir que las barreras educativas adquieren significados diferentes cuando concurren varias condiciones de desigualdad. Una estudiante con discapacidad que dispone de conectividad limitada puede enfrentar restricciones distintas de aquellas experimentadas por compañeros con mayores recursos tecnológicos. Las respuestas automatizadas necesitan considerar tales relaciones sin convertir las características personales en etiquetas permanentes. El reconocimiento educativo requiere preservar la posibilidad de que cada persona transforme sus circunstancias y participe activamente en decisiones académicas.

La investigación de Li et al. (2022) aporta elementos para comprender que el consentimiento relacionado con las analíticas educativas merece examinarse desde las diferencias presentes entre estudiantes. Tal preocupación adquiere relevancia cuando las instituciones utilizan información personal para orientar

intervenciones automatizadas. La aceptación de determinadas prácticas tecnológicas no debe interpretarse automáticamente como comprensión de sus consecuencias. Una participación informada requiere explicaciones accesibles sobre los datos recopilados y las decisiones que pueden derivarse de su procesamiento.

La justicia educativa también involucra el derecho a cuestionar decisiones producidas mediante procedimientos automatizados. Una recomendación académica puede influir en las oportunidades de aprendizaje sin ofrecer explicaciones comprensibles sobre sus fundamentos. Cuando tales decisiones afectan a estudiantes pertenecientes a grupos históricamente desfavorecidos, la ausencia de mecanismos de revisión adquiere especial gravedad. Las instituciones necesitan establecer procedimientos que permitan solicitar aclaraciones y corregir valoraciones inadecuadas sin trasladar toda la responsabilidad al estudiante afectado.

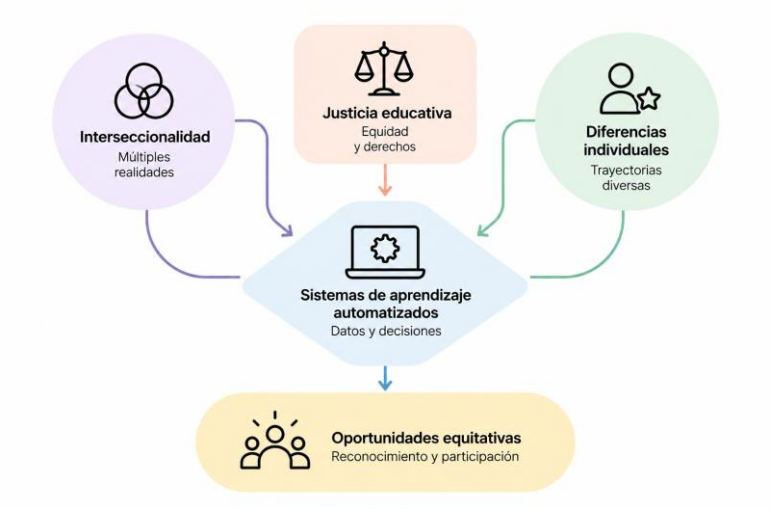
El reconocimiento de las diferencias individuales exige distinguir entre necesidades educativas legítimas y clasificaciones que pueden reforzar expectativas limitantes. Un sistema automatizado podría recomendar actividades de menor complejidad a estudiantes con antecedentes de bajo rendimiento. Aunque dicha intervención parezca responder a información disponible, también puede restringir oportunidades de desarrollo intelectual. La equidad demanda examinar las consecuencias acumulativas de tales recomendaciones. Las decisiones pedagógicas deben preservar expectativas académicas elevadas mediante apoyos pertinentes y revisables.

Desde una perspectiva institucional, la interseccionalidad requiere incorporar procedimientos de evaluación que consideren efectos diferenciados de las tecnologías educativas. La investigación de Li et al. (2022) permite reconocer la pertinencia de examinar desigualdades vinculadas con la participación estudiantil en

prácticas de recopilación de datos. Dicho enfoque puede orientar preguntas sobre representación y consentimiento dentro de sistemas inteligentes. La supervisión institucional necesita atender las experiencias de grupos diversos y garantizar mecanismos efectivos de participación.

Figura 3

Interseccionalidad y equidad en el aprendizaje automatizado



La relación entre interseccionalidad y justicia educativa redefine las responsabilidades institucionales ante el aprendizaje automatizado. Reconocer las diferencias individuales implica considerar las condiciones materiales y sociales que intervienen en la participación académica. Los sistemas inteligentes requieren criterios de transparencia y procedimientos de revisión capaces de identificar consecuencias desiguales. La equidad educativa depende también de decisiones humanas orientadas a preservar derechos y oportunidades. Ninguna clasificación tecnológica debería determinar anticipadamente el horizonte intelectual de una persona.

1.5. Agencia humana y mediación algorítmica: delimitación de las decisiones pedagógicas entre docentes, estudiantes e inteligencia artificial

La agencia humana adquiere una relevancia particular cuando las decisiones pedagógicas comienzan a desarrollarse mediante interacciones entre docentes, estudiantes y sistemas de inteligencia artificial. La capacidad de decidir sobre los procesos educativos implica reconocer responsabilidades diferenciadas y márgenes legítimos de intervención. Las tecnologías pueden procesar información y generar recomendaciones, pero carecen de responsabilidad moral sobre sus consecuencias. Delimitar las atribuciones de cada participante permite preservar el carácter deliberativo de la educación y su orientación formativa.

La mediación algorítmica modifica las condiciones tradicionales de intervención docente al incorporar recomendaciones generadas mediante procesamiento automatizado de información académica. Tales recomendaciones pueden orientar decisiones sobre actividades y seguimiento del aprendizaje. Sin embargo, su interpretación requiere conocimientos pedagógicos y comprensión de las circunstancias individuales. La autoridad profesional del docente permanece vinculada con la capacidad de justificar sus decisiones. Ninguna predicción tecnológica debería adquirir carácter obligatorio sin procedimientos que permitan examinar sus fundamentos y valorar su pertinencia educativa.

La participación estudiantil representa una dimensión indispensable de la agencia educativa. Aprender implica formular propósitos, reconocer dificultades y tomar decisiones sobre las estrategias utilizadas. Cuando las plataformas inteligentes organizan automáticamente determinadas actividades, pueden modificar las oportunidades de ejercer tales capacidades. Lluch Molins y Lindín Soriano (2026) examinan las expectativas

estudiantiles y las condiciones de justicia vinculadas con la evaluación algorítmica. Su planteamiento permite considerar las tensiones entre regulación autónoma y orientación tecnológica del aprendizaje universitario.

La distribución de responsabilidades requiere distinguir las decisiones susceptibles de apoyo automatizado de aquellas que demandan deliberación pedagógica. La organización de información y la identificación de regularidades pueden beneficiarse del procesamiento algorítmico. En cambio, establecer propósitos formativos y valorar circunstancias personales exige interpretación profesional. La participación estudiantil interviene mediante elecciones relacionadas con estrategias y metas de aprendizaje. Una distribución adecuada evita que la eficiencia operativa termine desplazando decisiones que afectan directamente la formación intelectual y personal.

La autorregulación constituye un ámbito especialmente sensible dentro de la relación entre agencia humana y mediación algorítmica. Las herramientas inteligentes pueden proporcionar información sobre avances académicos y dificultades observadas. Sin embargo, una dependencia excesiva de orientaciones externas podría debilitar la capacidad de valorar el propio desempeño. Lluch Molins y Lindín Soriano (2026) abordan precisamente las tensiones entre analíticas de aprendizaje y autorregulación. Tal problemática invita a examinar las condiciones necesarias para conservar decisiones estudiantiles genuinamente autónomas.

La autonomía docente tampoco puede entenderse como independencia absoluta frente a los recursos tecnológicos. El ejercicio profesional requiere interpretar información disponible y contrastarla con evidencias obtenidas durante las actividades educativas. Una recomendación automatizada puede revelar regularidades que merecen atención sin determinar necesariamente la intervención posterior. El docente conserva la responsabilidad de decidir cuándo utilizarla y cuándo descartarla.

Tal facultad requiere competencias para examinar limitaciones algorítmicas y explicar las razones que sustentan sus decisiones pedagógicas.

La agencia estudiantil demanda oportunidades efectivas para aceptar, cuestionar o modificar determinadas recomendaciones tecnológicas. Una plataforma puede proponer actividades basadas en resultados anteriores sin conocer plenamente las aspiraciones académicas de quien aprende. Permitir elecciones razonadas favorece la construcción de criterios personales sobre el propio proceso formativo. La participación adquiere profundidad cuando el estudiante comprende las consecuencias de sus decisiones. También necesita disponer de información suficiente para reconocer los límites de las orientaciones generadas automáticamente.

La evaluación representa un espacio donde la delimitación de responsabilidades adquiere consecuencias especialmente significativas. Los sistemas inteligentes pueden apoyar la identificación de patrones en producciones académicas, aunque sus valoraciones requieren criterios transparentes. Lluch Molins y Lindín Soriano (2026) relacionan la evaluación algorítmica justa con condiciones que merecen atención institucional. Desde tal perspectiva, corresponde garantizar oportunidades de revisión humana y participación estudiantil cuando una decisión automatizada afecta el reconocimiento de aprendizajes o trayectorias académicas.

La mediación algorítmica también transforma las relaciones de confianza dentro de las comunidades educativas. Los estudiantes necesitan conocer qué decisiones permanecen bajo responsabilidad docente y cuáles reciben intervención tecnológica. La transparencia favorece una comprensión razonable de los procedimientos utilizados durante la enseñanza. Sin embargo, informar sobre la presencia de inteligencia artificial resulta insuficiente cuando no existen mecanismos efectivos de

participación. La confianza educativa requiere coherencia entre responsabilidades declaradas y prácticas institucionales observables durante el proceso formativo.

La delimitación de decisiones pedagógicas entre docentes, estudiantes e inteligencia artificial permite preservar una distribución responsable de la agencia educativa. Los sistemas automatizados pueden contribuir al análisis de información y apoyar determinadas intervenciones sin asumir autoridad sobre los propósitos formativos. La docencia mantiene responsabilidades interpretativas y evaluativas, mientras el estudiante conserva participación activa en su aprendizaje. Tal organización requiere acuerdos institucionales revisables que protejan la autonomía intelectual y reconozcan las consecuencias humanas de cada decisión.

1.6. Del diseño curricular uniforme a los ecosistemas educativos adaptativos: una reinterpretación crítica del DUA desde la inteligencia artificial

El diseño curricular uniforme respondió históricamente durante largo tiempo a una organización escolar basada en secuencias comunes, tiempos predefinidos y criterios relativamente estables de progreso. Su principal limitación aparece cuando tales disposiciones se convierten en condiciones rígidas para acceder al conocimiento. La reinterpretación del Diseño Universal para el Aprendizaje desde la inteligencia artificial permite examinar alternativas de organización curricular. Sin embargo, cualquier transformación requiere distinguir entre flexibilidad pedagógica y fragmentación de los propósitos educativos compartidos.

El paso hacia ecosistemas educativos adaptativos modifica la unidad tradicional de planificación. El currículo deja de concebirse de forma exclusivamente como una sucesión cerrada de contenidos y comienza a organizarse mediante relaciones entre objetivos, experiencias y evidencias de aprendizaje. La adaptación

puede intervenir en los itinerarios sin alterar los conocimientos fundamentales que justifican su enseñanza. Tal distinción evita que la diversidad de trayectorias derive en expectativas académicas desiguales o en una pérdida de coherencia disciplinar.

La inteligencia artificial amplía las posibilidades técnicas para ajustar actividades según información producida durante el aprendizaje. Hariyanto et al. (2025) revisan sistemáticamente técnicas de inteligencia artificial orientadas a la educación adaptativa y al aprendizaje personalizado. Su trabajo permite situar tales aplicaciones dentro de un campo de investigación actual específico. Desde una lectura curricular, interesa examinar qué decisiones pueden modificarse mediante datos y cuáles requieren acuerdos pedagógicos previos sobre contenidos, profundidad conceptual y criterios de logro.

Un ecosistema adaptativo necesita conservar una estructura curricular reconocible incluso cuando ofrece trayectorias diferenciadas. Los objetivos comunes permiten establecer referencias compartidas mientras las actividades admiten variaciones justificadas. La adaptación no debería depender exclusivamente del rendimiento inmediato, pues aprender también implica enfrentar contenidos nuevos y sostener esfuerzos prolongados. Por ello, la planificación debe contemplar momentos de exploración y oportunidades para revisar elecciones anteriores. La flexibilidad adquiere valor cuando mantiene realmente abierta la posibilidad de avanzar intelectualmente.

La reinterpretación crítica del DUA exige considerar la relación entre adaptación individual y experiencias colectivas de aprendizaje. Una organización excesivamente personalizada puede reducir encuentros con perspectivas diferentes y debilitar actividades de construcción compartida. El currículo también cumple una función social al proponer problemas comunes que requieren discusión y cooperación. Los sistemas inteligentes deberían facilitar distintas vías de participación sin disolver los

espacios donde el conocimiento se contrasta públicamente y adquiere significado dentro de una comunidad.

Hariyanto et al. (2025) examinan técnicas de personalización mediante inteligencia artificial que permiten discutir las posibilidades de los sistemas educativos adaptativos. Sin embargo, trasladar una capacidad técnica al currículo requiere valorar sus efectos sobre la secuencia de conocimientos. Un ajuste oportuno puede facilitar el acceso a una actividad, pero también alterar relaciones conceptuales necesarias para comprenderla. La decisión pedagógica debe atender la continuidad entre experiencias y evitar que cada recomendación funcione como episodio independiente y aislado.

La evaluación curricular adquiere nuevas exigencias cuando los estudiantes transitan por experiencias parcialmente diferenciadas. Comparar resultados demanda identificar aprendizajes equivalentes sin exigir producciones idénticas. También resulta necesario documentar las condiciones bajo las cuales se alcanzaron determinados logros. Un sistema adaptativo puede registrar avances frecuentes, aunque esos registros no reemplazan la valoración de argumentos y procedimientos complejos. La calidad del currículo depende de criterios públicos que permitan interpretar evidencias diversas de manera consistente con rigor académico.

La gestión institucional representa otra dimensión del tránsito hacia ecosistemas adaptativos. Los cambios curriculares requieren coordinación entre docentes y responsables académicos para evitar decisiones tecnológicas inconexas. La selección de plataformas debe responder a necesidades educativas identificadas y a posibilidades reales de mantenimiento. También importa garantizar que las adaptaciones puedan revisarse debidamente cuando también cambian los programas o las condiciones estudiantiles. Sin esa capacidad organizativa, la flexibilidad prometida corre el riesgo de convertirse en dependencia operativa.

Tabla 1

Fundamentos y dimensiones pedagógicas de la reconfiguración del Diseño Universal para el Aprendizaje mediante inteligencia artificial

Dimensión de análisis	**Fundamentos y aportaciones al DUA mediado por inteligencia artificial**
Evolución epistemológica y diversidad cognitiva	Reconoce la variabilidad humana como fundamento del aprendizaje. La inteligencia artificial amplía las posibilidades de interpretación de las diferencias individuales sin reemplazar el juicio pedagógico ni reducir la comprensión a indicadores algorítmicos.
Neurodiversidad y plasticidad cerebral	Comprende las diferencias neurocognitivas como expresiones legítimas de la diversidad humana. Los entornos inteligentes pueden favorecer experiencias educativas flexibles que respeten trayectorias individuales y promuevan el desarrollo progresivo de capacidades intelectuales.
Arquitecturas pedagógicas inteligentes	Articula los principios de implicación, representación, acción y expresión del DUA mediante decisiones didácticas fundamentadas. La inteligencia artificial facilita ajustes educativos que deben conservar coherencia curricular y exigencia cognitiva.
Interseccionalidad y justicia educativa	Examina las relaciones entre desigualdades sociales y decisiones automatizadas. Promueve criterios de equidad y transparencia para evitar discriminaciones algorítmicas y garantizar oportunidades educativas respetuosas de las diferencias individuales.
Agencia humana y mediación algorítmica	Delimita las responsabilidades de docentes y estudiantes frente a las recomendaciones automatizadas. Preserva la autonomía intelectual y la deliberación pedagógica mediante mecanismos de supervisión humana y participación informada.
Ecosistemas educativos adaptativos	Reinterpreta la organización curricular mediante trayectorias flexibles apoyadas por inteligencia artificial. Vincula la adaptación de experiencias con objetivos formativos compartidos y criterios de evaluación que preservan la profundidad del aprendizaje.

Nota. Elaboración propia a partir de los fundamentos desarrollados por Almeqdad et al. (2023), Zawacki-Richter et al. (2019), Li et al. (2022), Hariyanto et al. (2025), Zhao et al. (2025) y Lluch Molins y Lindín Soriano (2026). La tabla presenta una integración conceptual de las seis dimensiones abordadas en el capítulo.

La investigación revisada por Hariyanto et al. (2025) aporta un referente para estudiar técnicas de inteligencia artificial aplicadas a la personalización educativa. Su pertinencia curricular reside en abrir preguntas sobre la relación entre procedimientos adaptativos y decisiones de enseñanza. La disponibilidad de recomendaciones automatizadas no demuestra por sí misma una mejora de la formación. Resulta necesario examinar si las trayectorias propuestas favorecen comprensión transferible y si mantienen oportunidades suficientes para afrontar exigencias intelectuales progresivamente mayores.

La transición desde un currículo uniforme hacia ecosistemas educativos adaptativos demanda una reinterpretación del DUA centrada en la coherencia formativa. La inteligencia artificial puede contribuir a reorganizar tiempos y recursos según necesidades cambiantes, pero las decisiones curriculares requieren fundamentos compartidos. La diversidad de itinerarios debe coexistir con conocimientos relevantes y criterios de evaluación comprensibles. Bajo tal orientación, la adaptación conserva sentido educativo cuando amplía posibilidades de aprendizaje sin debilitar la responsabilidad institucional de manera sostenida.

Capítulo II

Personalización algorítmica del aprendizaje sin fragmentación curricular ni dependencia cognitiva

-

La personalización del aprendizaje ha adquirido nuevas posibilidades con el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial capaces de interpretar información educativa y orientar decisiones pedagógicas. Sin embargo, su incorporación plantea una cuestión que trasciende la eficiencia tecnológica: determinar hasta dónde conviene adaptar la enseñanza sin comprometer la formación intelectual compartida. La diversidad del alumnado reclama respuestas sensibles a sus diferencias, pero también experiencias que permitan construir conocimientos comunes y participar en una cultura académica exigente.

El reconocimiento de la variabilidad individual constituye un punto de partida necesario para comprender las posibilidades y limitaciones de la personalización algorítmica. Los estudiantes modifican sus estrategias y formas de participación conforme avanzan en su formación. Pelánek (2025) examina las dificultades y decisiones involucradas en la modelización del aprendizaje adaptativo, advirtiendo sobre su complejidad. Desde dicha perspectiva, cualquier representación computacional del aprendiz requiere prudencia interpretativa y apertura a cambios que los registros disponibles pueden no reflejar adecuadamente.

La diversidad educativa adquiere mayor significado cuando se examina junto con los compromisos curriculares que orientan la enseñanza. Ofrecer experiencias diferenciadas no debería conducir a expectativas académicas incompatibles entre estudiantes. La cuestión consiste en organizar oportunidades de aprendizaje que respondan a necesidades particulares mientras preservan referentes formativos compartidos. Luo et al. (2026) investigan sistemas de recomendación personalizada mediante inteligencia artificial generativa vinculados con la autorregulación y el rendimiento académico, aportando elementos para considerar dicha relación pedagógica.

La adaptación educativa también modifica las formas de acompañamiento durante las actividades intelectuales. Una

orientación puede facilitar que el estudiante comprenda un problema, aunque su presencia permanente podría limitar la iniciativa necesaria para resolverlo. Qian et al. (2026) estudian la fiabilidad del andamiaje generado mediante inteligencia artificial y los problemas relacionados con la calidad de sus intervenciones. La pertinencia de una ayuda depende entonces de su oportunidad y de las posibilidades que ofrece para continuar aprendiendo independientemente.

Figura 4

Dimensiones de la personalización algorítmica del aprendizaje



La producción generativa de contenidos amplía las alternativas para presentar conocimientos mediante lenguajes y representaciones diferentes. Tal capacidad plantea interrogantes acerca de la fidelidad conceptual y de las experiencias intelectuales que acompañan cada transformación. Han et al. (2025) investigan patrones metacognitivos vinculados con la necesidad de cierre cognitivo durante la colaboración entre estudiantes e inteligencia artificial generativa. Sus aportaciones permiten considerar la importancia de mantener preguntas abiertas y oportunidades de interpretación durante el trabajo académico.

La disponibilidad de herramientas capaces de responder inmediatamente también transforma las condiciones bajo las cuales los estudiantes valoran su propio aprendizaje. Recibir información sobre el desempeño puede resultar útil, aunque interpretar sus implicaciones requiere desarrollar criterios personales. Xia et al. (2026) revisan investigaciones sobre el diseño del aprendizaje autorregulado mediante inteligencia artificial generativa. Su trabajo permite situar la reflexión metacognitiva dentro de una preocupación educativa más amplia: fortalecer la capacidad de tomar decisiones fundamentadas sobre los propios procesos intelectuales.

La incorporación de sistemas inteligentes exige prestar atención a las consecuencias menos visibles de una asistencia tecnológica frecuente. La facilidad para obtener respuestas puede modificar los hábitos de estudio y las disposiciones necesarias para sostener razonamientos complejos. Tian y Zhang (2025) examinan la relación entre dependencia de inteligencia artificial y pensamiento crítico mediante variables psicológicas y sociales. Sus planteamientos permiten reconocer que el aprovechamiento educativo de la tecnología también depende de las capacidades desarrolladas para utilizarla críticamente.

Desde el Diseño Universal para el Aprendizaje, la personalización requiere comprender la accesibilidad como una condición vinculada con la participación y el desarrollo de capacidades. Las diferencias individuales demandan opciones educativas pertinentes, aunque ninguna adaptación debería restringir anticipadamente aquello que un estudiante puede aprender. La inteligencia artificial introduce nuevas posibilidades de mediación que necesitan evaluarse mediante criterios pedagógicos. Su legitimidad depende de ampliar oportunidades sin establecer límites intelectuales derivados de clasificaciones o predicciones automatizadas.

El profesorado ocupa una posición determinante en la articulación entre decisiones tecnológicas y propósitos educativos. Interpretar recomendaciones requiere conocer las particularidades de las actividades y reconocer circunstancias que escapan a los registros digitales. También demanda deliberar sobre la pertinencia de determinadas intervenciones frente a objetivos académicos compartidos. La responsabilidad docente adquiere nuevas expresiones cuando las herramientas participan en la organización de experiencias formativas. Ninguna capacidad predictiva elimina la necesidad de juicio profesional y compromiso pedagógico.

El capítulo examina las condiciones que permiten integrar la personalización algorítmica en una educación inclusiva sin fragmentar el currículo ni debilitar la independencia intelectual. La reflexión avanza desde la representación dinámica del aprendiz hacia las decisiones adaptativas y las formas de acompañamiento tecnológico. Posteriormente aborda la producción de contenidos y el desarrollo metacognitivo para considerar los límites de la intervención automatizada. El propósito es establecer criterios que vinculen diversidad educativa, exigencia académica y autonomía progresiva.

2.1. Modelización dinámica del perfil del aprendiz mediante IA: variabilidad cognitiva, preferencias y necesidades educativas

La modelización dinámica del perfil del aprendiz mediante inteligencia artificial permite comprender el aprendizaje como un proceso cambiante, condicionado por factores cognitivos, pedagógicos y situacionales. Su fundamento reside en reconocer que las capacidades observadas durante una actividad no representan atributos permanentes del estudiante. El desempeño fluctúa según la complejidad de las tareas, los conocimientos previos y las condiciones de participación. Desde el Diseño Universal para el Aprendizaje, dicha variabilidad requiere

interpretaciones flexibles que orienten decisiones pedagógicas sin establecer clasificaciones rígidas.

Un perfil dinámico reúne información procedente de las interacciones educativas para identificar cambios en la comprensión, el ritmo de trabajo y las estrategias utilizadas por cada estudiante. Su elaboración exige distinguir entre las respuestas observables y los procesos mentales que podrían explicarlas. Pelánek (2025) advierte que la modelización adaptativa presenta dificultades derivadas de la incertidumbre y de las decisiones implicadas en representar el aprendizaje. Por tanto, cualquier inferencia algorítmica debe conservar un carácter provisional, revisable y pedagógicamente fundamentado.

La variabilidad cognitiva adquiere especial relevancia cuando un estudiante demuestra competencias diferentes ante actividades que persiguen objetivos equivalentes. Una respuesta incorrecta puede expresar desconocimiento conceptual, dificultades de interpretación o limitaciones temporales de atención. Los sistemas inteligentes necesitan considerar dicha diversidad antes de modificar las condiciones de enseñanza. La acumulación de registros tampoco garantiza interpretaciones acertadas. Importa examinar la calidad de las evidencias y reconocer que una misma conducta puede responder a causas educativas considerablemente distintas.

Las preferencias de aprendizaje constituyen otra dimensión del perfil, aunque requieren especial prudencia interpretativa. La inclinación hacia determinados formatos, recursos o modalidades de participación puede variar según la experiencia y el propósito académico. Convertir dichas inclinaciones en categorías permanentes restringiría oportunidades de desarrollo. Una modelización educativa responsable registra elecciones recurrentes sin confundir familiaridad con capacidad. También permite reconocer cuándo conviene ampliar las experiencias disponibles para que el estudiante descubra

procedimientos menos habituales y fortalezca progresivamente su repertorio intelectual.

Las necesidades educativas deben interpretarse mediante una relación cuidadosa entre las características individuales y las exigencias del entorno formativo. Una dificultad persistente puede revelar barreras de acceso, instrucciones ambiguas o demandas cognitivas insuficientemente graduadas. Desde una perspectiva inclusiva, el perfil algorítmico necesita registrar las condiciones bajo las cuales mejora la participación. Tal información facilita identificar apoyos pertinentes sin atribuir automáticamente las dificultades al estudiante. La interpretación pedagógica conserva, por ello, una responsabilidad que ningún procedimiento estadístico puede reemplazar.

La actualización del perfil plantea decisiones metodológicas relacionadas con la frecuencia de observación y la estabilidad de las inferencias. Pelánek (2025) examina las tensiones que acompañan el diseño de modelos adaptativos y la elección de sus criterios de funcionamiento. Una modificación inmediata ante cada respuesta puede producir ajustes erráticos, mientras que una actualización demasiado lenta podría ignorar avances relevantes. Resulta necesario valorar tendencias suficientemente consistentes y atender a las particularidades de cada actividad antes de modificar las estimaciones disponibles.

La interpretación temporal del aprendizaje permite reconocer trayectorias que permanecen ocultas cuando se consideran resultados aislados. Un estudiante puede avanzar lentamente durante las primeras actividades y desarrollar después una comprensión profunda. Otro puede responder con rapidez mediante procedimientos conocidos sin alcanzar una elaboración conceptual suficiente. La inteligencia artificial puede contribuir a identificar patrones de evolución, siempre que los indicadores seleccionados representen aprendizajes significativos. La velocidad

de respuesta, por ejemplo, carece de valor explicativo independiente del propósito pedagógico.

La participación del estudiante en la construcción de su perfil introduce una dimensión reflexiva frecuentemente descuidada por los sistemas automatizados. Contrastar las inferencias tecnológicas con sus explicaciones permite comprender decisiones, dificultades y cambios de estrategia que los registros digitales no revelan. Además, favorece que reconozca discrepancias entre su percepción y el desempeño observado. El perfil adquiere mayor utilidad educativa cuando admite revisión dialogada y cuando sus representaciones pueden ser cuestionadas mediante evidencias provenientes de experiencias concretas.

La fiabilidad del perfil depende también de reconocer los límites de los datos disponibles. Las interacciones registradas representan una parte de la experiencia educativa y pueden reflejar desigualdades en el acceso tecnológico o en las oportunidades de participación. Pelánek (2025) destaca la complejidad de las decisiones y compensaciones presentes en la modelización adaptativa. Por consiguiente, la precisión aparente de una predicción no debería confundirse con una comprensión completa del estudiante ni justificar decisiones educativas irreversibles.

La modelización dinámica alcanza pertinencia pedagógica cuando sus representaciones permanecen abiertas a nuevas evidencias y permiten interpretar diferencias individuales sin convertirlas en destinos académicos. Su valor reside en aportar información que ayude al profesorado a reconocer variaciones significativas y examinar las condiciones que acompañan el progreso. El perfil conserva entonces una función descriptiva y orientadora, subordinada al juicio educativo. Reconocer su carácter incompleto protege la singularidad del aprendiz y evita reducir su desarrollo a predicciones computacionales.

2.2. Trayectorias adaptativas de aprendizaje basadas en evidencias: flexibilidad metodológica y preservación de objetivos curriculares compartidos

Las trayectorias adaptativas de aprendizaje permiten organizar experiencias educativas diferenciadas sin alterar los propósitos formativos que articulan el currículo común. Su diseño parte de reconocer que los estudiantes pueden alcanzar aprendizajes equivalentes mediante secuencias, recursos y tiempos distintos. La inteligencia artificial amplía las posibilidades de ajustar tales itinerarios a partir de evidencias recogidas durante la enseñanza. Sin embargo, la flexibilidad metodológica requiere criterios pedagógicos explícitos para impedir que las diferencias individuales deriven en expectativas académicas desiguales.

La construcción de una trayectoria adaptativa comienza con la identificación de objetivos curriculares compartidos y evidencias que permitan valorar su consecución. A partir de tales referentes, los sistemas inteligentes pueden proponer actividades alternativas según las dificultades detectadas y los avances demostrados. Luo et al. (2026) estudian el desarrollo de un sistema de recomendación personalizada mediante inteligencia artificial generativa orientado al aprendizaje autorregulado y al rendimiento académico. Su planteamiento permite examinar la relación entre recomendaciones tecnológicas y decisiones educativas fundamentadas.

La flexibilidad metodológica adquiere sentido cuando modifica las condiciones de acceso al conocimiento sin reducir la complejidad intelectual de los contenidos. Un estudiante puede necesitar representaciones visuales para comprender una relación matemática, mientras otro requiere experimentar con ejemplos concretos antes de formular generalizaciones. Ambas experiencias deben conducir hacia capacidades conceptuales comparables. La adaptación exige distinguir entre los medios utilizados y las

exigencias académicas que permanecen vigentes. De lo contrario, la personalización podría consolidar diferencias injustificadas entre estudiantes.

Las evidencias que orientan una trayectoria adaptativa deben proceder de actividades capaces de revelar avances conceptuales y dificultades relevantes. Las respuestas correctas aportan información útil, aunque resultan insuficientes cuando se desconoce el razonamiento empleado. Conviene considerar explicaciones, producciones escritas y decisiones tomadas durante la resolución de problemas. La inteligencia artificial puede relacionar tales manifestaciones para recomendar nuevas experiencias. Corresponde al profesorado determinar si dichas recomendaciones responden al aprendizaje esperado o reproducen patrones superficiales de desempeño.

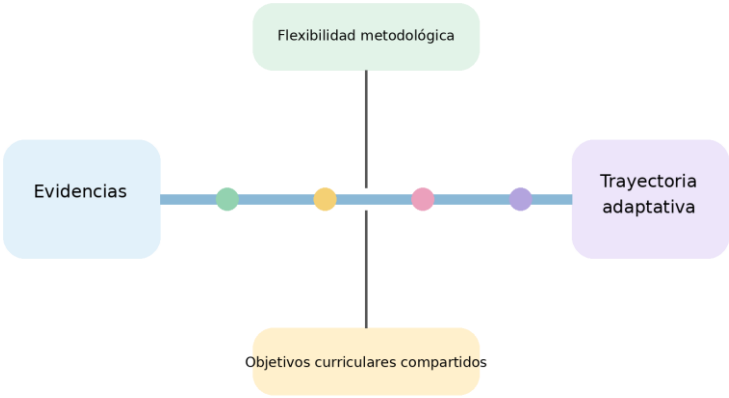
La secuenciación adaptativa requiere establecer relaciones claras entre los conocimientos previos y las demandas intelectuales posteriores. Adelantar contenidos sin verificar determinadas comprensiones puede generar dificultades acumulativas. Retrasar indefinidamente el acceso a tareas complejas también limita las oportunidades educativas. Luo et al. (2026) abordan la recomendación personalizada mediante inteligencia artificial generativa vinculada con la autorregulación académica. Dicha perspectiva permite considerar itinerarios donde el estudiante participe en la planificación de sus actividades y examine los fundamentos de cada recomendación recibida.

La preservación de objetivos compartidos requiere mecanismos de seguimiento que permitan comparar progresos sin imponer experiencias idénticas. Los criterios de evaluación deben permanecer vinculados con capacidades curriculares reconocibles, aunque las actividades admitan diferentes formas de ejecución. Una trayectoria puede incorporar apoyos adicionales y otra favorecer aplicaciones más complejas. Ninguna debería excluir conocimientos esenciales. La diversidad metodológica adquiere

legitimidad cuando mantiene oportunidades equivalentes de demostrar comprensión y participar en experiencias académicas intelectualmente exigentes dentro del grupo.

La intervención docente resulta determinante cuando una recomendación algorítmica modifica la secuencia prevista de aprendizaje. Las decisiones automatizadas pueden identificar regularidades útiles, pero desconocer circunstancias educativas que influyen en su pertinencia. Una dificultad reciente quizá requiera una explicación diferente antes que nuevas actividades repetitivas. También puede convenir mantener temporalmente una tarea exigente para favorecer la perseverancia. El profesorado interpreta tales situaciones y decide cuándo aceptar, modificar o descartar los ajustes propuestos por el sistema.

Figura 5
Trayectorias adaptativas y objetivos curriculares compartidos



La participación del estudiante en las decisiones adaptativas contribuye a desarrollar criterios personales para organizar su aprendizaje. Conocer los motivos de una recomendación permite valorar su utilidad y reconocer alternativas disponibles. Luo et al. (2026) vinculan su propuesta de recomendación personalizada con el fortalecimiento del

aprendizaje autorregulado. Desde dicha orientación, conviene que los itinerarios ofrezcan oportunidades de elección fundamentada. La tecnología puede presentar opciones, mientras el estudiante aprende a justificar sus decisiones mediante metas académicas reconocibles.

La continuidad curricular también depende de preservar experiencias colectivas donde los estudiantes compartan problemas, argumentos y producciones intelectuales. Una adaptación excesivamente individualizada podría disminuir las oportunidades de deliberación y construcción conjunta del conocimiento. Por ello, los itinerarios diferenciados necesitan momentos de convergencia vinculados con actividades comunes. Las discusiones grupales permiten contrastar procedimientos desarrollados mediante rutas distintas. Además, ofrecen evidencias sobre la transferencia de aprendizajes y la capacidad de comunicar razonamientos ante interlocutores con perspectivas diferentes.

El diseño de trayectorias adaptativas basadas en evidencias requiere evaluar periódicamente su contribución al aprendizaje y su correspondencia con los objetivos curriculares. La pertinencia de una ruta no puede determinarse únicamente por la satisfacción inmediata o la cantidad de actividades completadas. Importa comprobar si favorece comprensión duradera y participación académica. Bajo tales condiciones, la inteligencia artificial puede apoyar decisiones metodológicas diferenciadas mientras la comunidad educativa conserva referentes compartidos de conocimiento, exigencia y responsabilidad formativa.

2.3. Sistemas de recomendación pedagógica y andamiaje inteligente: regulación progresiva de la ayuda y transferencia de responsabilidad al estudiante

Los sistemas de recomendación pedagógica adquieren valor cuando orientan la intervención hacia necesidades específicas sin anticipar todas las decisiones del aprendiz. Su función consiste

en reconocer momentos oportunos para ofrecer pistas, preguntas o recursos que faciliten continuar una tarea exigente. El andamiaje inteligente requiere considerar tanto la dificultad encontrada como la capacidad de respuesta del estudiante. Una ayuda pertinente abre posibilidades de razonamiento; una intervención excesiva puede reducir la iniciativa y debilitar la confianza intelectual.

La calidad del apoyo depende de identificar qué obstáculo impide avanzar y qué intervención mínima permitiría superarlo. Ante una interpretación equivocada, por ejemplo, una pregunta orientadora puede resultar más formativa que presentar la respuesta correcta. Los sistemas inteligentes deben distinguir entre errores conceptuales y vacilaciones propias de una exploración legítima. No toda demora reclama asistencia inmediata. Aprender también exige tolerar incertidumbre, ensayar alternativas y reconocer por cuenta propia las limitaciones de un procedimiento de manera autónoma.

La generación automática de orientaciones introduce riesgos relacionados con la exactitud y pertinencia de las respuestas ofrecidas. Qian et al. (2026) examinan la fiabilidad del andamiaje impulsado por inteligencia artificial generativa y prestan atención a la reducción de alucinaciones y a la mejora del apoyo autorregulatorio. Su trabajo permite reconocer que una explicación convincente puede contener errores. Por ello, las recomendaciones pedagógicas requieren controles de calidad antes de influir en decisiones relevantes del aprendizaje educativo.

La regulación progresiva de la ayuda exige observar la respuesta del estudiante después de cada intervención. Si una pista permite recuperar el razonamiento, conviene evitar explicaciones adicionales que sustituyan su esfuerzo. Cuando persiste la dificultad, puede ofrecerse una orientación más explícita y vinculada con el objetivo de la actividad. La intensidad del apoyo debe responder a evidencias recientes. Mantener ayudas constantes

por comodidad tecnológica puede impedir que el aprendiz reconozca sus propios recursos de manera innecesaria.

El retiro gradual del andamiaje necesita criterios observables que trasciendan la ejecución correcta de una tarea aislada. Resulta relevante comprobar si el estudiante identifica errores, selecciona estrategias y explica sus decisiones sin indicaciones externas. La autonomía aparece mediante oportunidades reiteradas de actuar con responsabilidad creciente. Un sistema puede reducir la frecuencia de sus intervenciones y reservarlas para dificultades persistentes. También debe admitir que ciertos apoyos vuelvan a ser necesarios ante contenidos nuevos en situaciones educativas diferentes.

Las recomendaciones adquieren mayor sentido cuando promueven preguntas sobre la propia actividad intelectual. En lugar de indicar inmediatamente el siguiente paso, el sistema puede invitar a revisar evidencias o justificar una elección. Qian et al. (2026) sitúan la calidad del andamiaje generativo dentro del apoyo al aprendizaje autorregulado. Desde dicha perspectiva, conviene valorar las intervenciones por su contribución a la planificación y supervisión personal, además de considerar la corrección de las respuestas obtenidas de manera reflexiva.

La transferencia de responsabilidad requiere que el estudiante comprenda por qué recibe determinada orientación y pueda decidir cuándo utilizarla. Las ayudas opacas favorecen una relación pasiva con las recomendaciones automatizadas. En cambio, explicar su propósito permite discutir su pertinencia y rechazar intervenciones innecesarias. El profesorado puede enseñar a formular solicitudes de apoyo específicas y a contrastar las respuestas recibidas con mayor precisión. Con el tiempo, pedir ayuda deja de representar dependencia y adquiere sentido estratégico.

La fiabilidad pedagógica también depende de evitar que una recomendación errónea se transforme en criterio de evaluación o en explicación aceptada sin examen. Qian et al. (2026) abordan expresamente las alucinaciones en el andamiaje generado mediante inteligencia artificial. Tal preocupación exige procedimientos de verificación y mecanismos para señalar inconsistencias. Cuando una orientación resulta dudosa, el estudiante necesita disponer de fuentes contrastables y acceso al juicio docente. La fluidez verbal del sistema nunca garantiza exactitud conceptual.

El andamiaje inteligente debe respetar los espacios de interacción humana que sostienen el aprendizaje compartido. Algunas dificultades se resuelven mediante diálogo entre compañeros y otras requieren una intervención docente sensible a aspectos que el sistema desconoce. La recomendación automatizada puede orientar preguntas para una discusión o facilitar la preparación de una tutoría. Su utilidad disminuye cuando desplaza relaciones pedagógicas necesarias. La responsabilidad educativa permanece distribuida entre personas que interpretan propósitos, procesos y consecuencias en cada situación.

La madurez de un sistema de apoyo pedagógico puede apreciarse en su capacidad para intervenir menos cuando el estudiante demuestra mayor independencia. Importa comprobar si las orientaciones favorecen decisiones justificadas y permiten afrontar tareas posteriores sin asistencia constante. El seguimiento debe atender tanto a los logros académicos como a la iniciativa intelectual desarrollada. Una tecnología educativa responsable reconoce el momento de retirarse y deja espacio para que el aprendiz piense, dude y resuelva con creciente seguridad.

2.4. Personalización generativa de contenidos: equivalencia conceptual, profundidad disciplinar y diversidad de representaciones

La personalización generativa de contenidos permite elaborar explicaciones y materiales ajustados a diferentes formas de aproximarse al conocimiento. Su pertinencia educativa depende de conservar los conceptos que estructuran cada disciplina. Cambiar el lenguaje o la representación de una idea no debería alterar sus relaciones fundamentales. Una explicación accesible puede mantener precisión y complejidad si selecciona cuidadosamente los elementos que presenta. El problema aparece cuando la adaptación elimina distinciones necesarias para comprender el objeto de estudio.

La equivalencia conceptual exige reconocer qué componentes de un contenido deben permanecer invariantes durante su transformación. En ciencias naturales, por ejemplo, una analogía puede facilitar la comprensión de un fenómeno sin reemplazar sus principios explicativos. En historia, una narración cercana al estudiante necesita respetar las relaciones entre acontecimientos y fuentes. Los materiales generados requieren contrastarse con criterios disciplinares explícitos. La claridad expresiva pierde valor educativo cuando introduce simplificaciones que deforman el conocimiento que pretende comunicar.

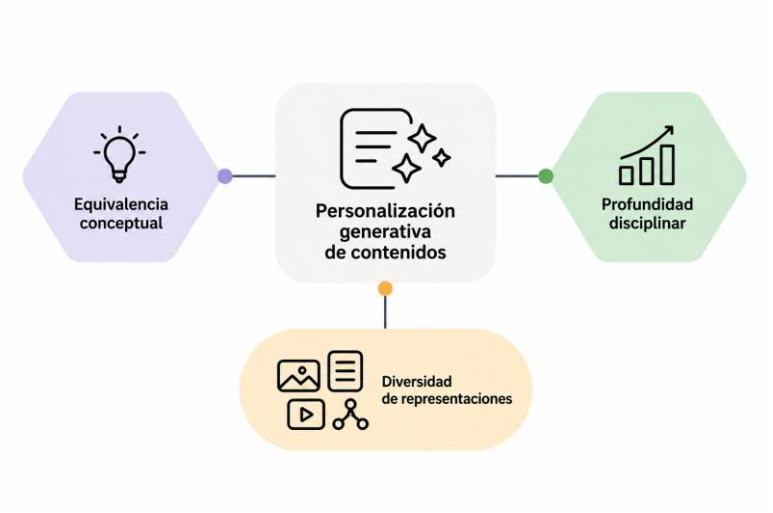
La diversidad de representaciones ofrece oportunidades para abordar una misma noción mediante textos, esquemas, ejemplos y problemas contextualizados. Cada formato ilumina determinados aspectos y deja otros menos visibles. Por ello, conviene evitar que la preferencia inmediata por una presentación determine todas las experiencias posteriores. La inteligencia artificial puede producir versiones complementarias que permitan comparar significados. Esa comparación favorece reconocer elementos comunes entre expresiones diferentes y construir una

comprensión disciplinar menos dependiente de un formato particular.

La generación de materiales también debe considerar las decisiones intelectuales que realiza el estudiante al interactuar con ellos. Han et al. (2025) investigan patrones metacognitivos relacionados con la necesidad de cierre cognitivo durante la colaboración entre personas e inteligencia artificial generativa. Dicha relación invita a examinar la búsqueda de respuestas rápidas y concluyentes. Una explicación demasiado cerrada puede desalentar nuevas preguntas. Conviene preservar ocasiones para interpretar ambigüedades y contrastar argumentos antes de aceptar una formulación.

Figura 6

Principios de la personalización generativa de contenidos



La profundidad disciplinar requiere mantener los procedimientos mediante los cuales se construyen y validan afirmaciones dentro de cada campo. Un texto personalizado sobre matemáticas debe conservar las condiciones de una demostración, aunque modifique ejemplos o secuencias explicativas. En literatura,

una versión adaptada necesita permitir el análisis de recursos expresivos y tensiones interpretativas. La generación automática resulta insuficiente cuando entrega conclusiones desvinculadas de sus fundamentos. Aprender una disciplina implica comprender también sus modos de justificar conocimiento.

La adecuación del lenguaje representa una posibilidad valiosa para estudiantes con experiencias lingüísticas diversas. Reformular una explicación puede reducir obstáculos de comprensión sin prescindir del vocabulario especializado que deberán dominar progresivamente. Los términos técnicos necesitan presentarse mediante relaciones claras y usos pertinentes. Sustituirlos indefinidamente por expresiones cotidianas limitaría el acceso al discurso académico. La personalización debe permitir transitar entre registros comunicativos y reconocer con rigor cuándo una palabra adquiere significado preciso dentro de una disciplina.

La colaboración con herramientas generativas plantea preguntas sobre el grado de elaboración intelectual que permanece en manos del aprendiz. Han et al. (2025) relacionan la interacción humana con inteligencia artificial generativa y las diferencias en patrones metacognitivos. Desde tal perspectiva, importa observar si el estudiante revisa explicaciones y detecta inconsistencias. Recibir materiales adaptados no garantiza comprensión. Su aprovechamiento exige formular interpretaciones propias y examinar las razones que sostienen cada representación presentada durante el trabajo académico.

La revisión de contenidos generados necesita procedimientos que examinen tanto la exactitud de la información como la fidelidad de sus transformaciones. Una infografía puede omitir relaciones aunque cada afirmación resulte correcta por separado. Del mismo modo, un ejemplo contextualizado puede introducir asociaciones engañosas. El profesorado debe identificar los elementos conceptuales indispensables y comprobar su

presencia en las versiones producidas. La calidad pedagógica depende de aquello que el material permite comprender y de lo que silencia.

La personalización generativa puede enriquecer la enseñanza cuando ofrece representaciones que dialogan entre sí y hacen visibles sus límites. Un estudiante podría comparar una descripción verbal con un modelo gráfico y descubrir diferencias relevantes en sus alcances explicativos. Han et al. (2025) examinan la necesidad de cierre cognitivo en procesos de colaboración con inteligencia artificial generativa. Esa línea de investigación recuerda la conveniencia de sostener preguntas más profundas y abiertas cuando el contenido admite interpretaciones razonadas.

La evaluación de materiales personalizados debe atender a la comprensión que promueven y a la conservación de los saberes disciplinares compartidos. Resulta insuficiente valorar su atractivo visual o la facilidad con que pueden leerse. Interesa comprobar si permiten argumentar, transferir conceptos y reconocer errores en situaciones nuevas. La inteligencia artificial amplía las opciones de representación para enseñar. Su contribución educativa depende de que la diversidad expresiva mantenga exigencia intelectual y responsabilidad sobre el conocimiento comunicado.

2.5. Metacognición asistida por IA: autorregulación, monitoreo del aprendizaje y construcción de criterios propios

La metacognición asistida por inteligencia artificial permite examinar la manera en que el estudiante interpreta sus avances y reconoce las decisiones que orientan su actividad intelectual. Su desarrollo exige algo más que recibir informes sobre resultados. Requiere aprender a formular juicios acerca de la comprensión alcanzada y de las estrategias empleadas. Las herramientas digitales pueden facilitar dicha reflexión mediante preguntas oportunas, siempre que la valoración del propio

aprendizaje permanezca bajo responsabilidad consciente de quien aprende.

La autorregulación comienza cuando el estudiante establece propósitos comprensibles y anticipa las condiciones necesarias para alcanzarlos. Una herramienta generativa puede ayudar a precisar metas demasiado generales o advertir contradicciones entre los objetivos declarados y las acciones previstas. Xia et al. (2026) examinan investigaciones sobre el diseño del aprendizaje autorregulado mediante inteligencia artificial generativa. Su revisión ofrece un referente para considerar el papel de dichas herramientas en procesos que requieren planificación deliberada y participación del aprendiz.

El monitoreo del aprendizaje implica interpretar señales de comprensión mientras una actividad todavía puede modificarse. Identificar una duda resulta más provechoso cuando permite revisar el procedimiento antes de concluir la tarea. Los sistemas inteligentes pueden presentar preguntas de comprobación o recuperar decisiones anteriores para favorecer comparaciones. Sin embargo, la información disponible necesita adquirir significado para el estudiante. Observar una puntuación o una alerta no equivale a comprender las razones de un error ni sus consecuencias.

La calibración del juicio personal constituye una dimensión especialmente delicada de la metacognición. Algunos estudiantes consideran dominado un contenido porque reconocen sus términos, aunque encuentren dificultades para explicarlo sin apoyo. Otros desconfían de respuestas correctas por experiencias previas de fracaso. La inteligencia artificial puede proponer ejercicios de predicción y contraste entre confianza declarada y desempeño observado. El propósito educativo consiste en desarrollar apreciaciones más ajustadas sin convertir los indicadores tecnológicos en autoridades incuestionables externas.

La reflexión posterior a una actividad necesita recuperar las decisiones que influyeron en el resultado. Preguntar qué estrategia funcionó aporta información, pero conviene examinar también por qué resultó adecuada y bajo qué condiciones podría dejar de serlo. Xia et al. (2026) sitúan el aprendizaje autorregulado como objeto de diseño e investigación en entornos con inteligencia artificial generativa. Tal perspectiva permite considerar registros reflexivos que conecten experiencias anteriores con nuevas decisiones de estudio y revisión personal.

La construcción de criterios propios requiere aprender a distinguir una explicación convincente de otra suficientemente fundamentada. Frente a una respuesta generada, el estudiante puede examinar la procedencia de las afirmaciones y comprobar su coherencia con los conocimientos disciplinares. Dicho ejercicio demanda tiempo y oportunidades de discusión. Cuando la herramienta entrega valoraciones automáticas sin razones examinables, disminuye la posibilidad de desarrollar juicio independiente. Evaluar la calidad de una respuesta debe convertirse en una práctica intelectual explícita.

El diálogo metacognitivo puede adquirir mayor profundidad cuando las preguntas de la herramienta evitan dirigir prematuramente las conclusiones. En lugar de afirmar que una estrategia fue ineficaz, conviene solicitar al estudiante que identifique evidencias y considere explicaciones alternativas. La conversación permite revisar decisiones sin borrar la incertidumbre propia del aprendizaje. También ofrece oportunidades para reconocer emociones que afectan la perseverancia, aunque su interpretación requiere prudencia y no debe confundirse con diagnósticos psicológicos automatizados de ninguna naturaleza.

La autorregulación también implica decidir cuándo interrumpir una actividad, solicitar orientación o cambiar de procedimiento. Tales elecciones dependen de criterios que el estudiante necesita comprender y ajustar mediante la experiencia.

Xia et al. (2026) revisan el diseño del aprendizaje autorregulado con inteligencia artificial generativa y sus líneas futuras de investigación. Desde ese marco, resulta pertinente examinar intervenciones que favorezcan decisiones justificadas en lugar de establecer instrucciones automáticas para cada dificultad encontrada durante el estudio académico.

La evaluación de la metacognición requiere observar transformaciones en la calidad de las decisiones y no únicamente la frecuencia de consultas a una herramienta. Un estudiante puede utilizar numerosas indicaciones sin desarrollar criterios transferibles. Otro puede formular pocas preguntas porque identifica con precisión sus necesidades. Conviene analizar explicaciones sobre errores, revisiones voluntarias y elecciones fundamentadas ante tareas nuevas. Tales evidencias permiten apreciar si la asistencia tecnológica fortalece realmente la capacidad de orientar el aprendizaje propio.

La contribución educativa de la inteligencia artificial a la metacognición depende de preservar espacios donde el estudiante pueda pensar sin mediación inmediata. La reflexión personal necesita momentos de silencio, escritura y contraste con otras personas. Las herramientas pueden aportar información útil para examinar el progreso, pero deben permitir que cada aprendiz construya sus propias razones para actuar. La autonomía intelectual madura cuando alguien puede reconocer lo que desconoce y decidir responsablemente qué hacer después por iniciativa propia.

2.6. Límites de la adaptación algorítmica: prevención de la sobrepersonalización, el empobrecimiento intelectual y la dependencia tecnológica

La adaptación algorítmica encuentra sus límites cuando la búsqueda de respuestas individualizadas comienza a restringir las experiencias intelectuales del estudiante. Ajustar continuamente

las tareas a sus preferencias puede reducir el encuentro con problemas desconocidos y procedimientos exigentes. La educación necesita conservar cierta resistencia cognitiva para favorecer aprendizajes profundos. Por ello, los sistemas personalizados requieren límites deliberados que protejan la diversidad de experiencias y eviten convertir la comodidad inmediata en criterio dominante de intervención pedagógica educativa.

La sobrepersonalización aparece cuando las recomendaciones reiteran contenidos familiares y disminuyen las oportunidades de confrontar perspectivas diferentes. Un historial de elecciones puede orientar decisiones útiles, pero también encerrar al aprendiz en hábitos previamente registrados. La exposición a lenguajes disciplinares nuevos y problemas abiertos forma parte de una educación exigente. Conviene reservar actividades que interrumpan las predicciones del sistema y permitan descubrir capacidades que todavía no aparecen reflejadas en los datos disponibles sobre cada estudiante individual.

El empobrecimiento intelectual puede manifestarse mediante materiales excesivamente simplificados o secuencias que eliminan cualquier dificultad anticipada. La comprensión profunda requiere comparar argumentos, sostener dudas y elaborar respuestas que no resultan evidentes al primer intento. Cuando la tecnología resuelve cada obstáculo, disminuye la práctica de razonamiento independiente. Mantener tareas complejas no significa desconocer necesidades educativas. Significa graduar las condiciones de participación sin renunciar a los conocimientos y procedimientos que justifican su valor formativo y disciplinar compartido.

La dependencia tecnológica merece atención porque puede modificar la relación del estudiante con sus propias capacidades. Tian y Zhang (2025) examinan los vínculos entre dependencia de inteligencia artificial y pensamiento crítico, considerando la fatiga como mecanismo psicológico y la alfabetización en inteligencia

artificial como factor social moderador. Su investigación invita a observar las condiciones que favorecen consultas automáticas. Una herramienta disponible permanentemente puede desplazar decisiones que el aprendiz necesita practicar mediante esfuerzo personal sostenido y consciente.

La fatiga cognitiva plantea una dificultad particular para interpretar el uso frecuente de asistentes inteligentes. Recurrir a una herramienta durante una jornada exigente puede responder a necesidades legítimas de organización o descanso. Sin embargo, delegar sistemáticamente la elaboración de argumentos limita ocasiones de ejercitar el juicio. Tian y Zhang (2025) incorporan la fatiga al análisis psicológico de la dependencia tecnológica. Distinguir entre apoyo razonable y sustitución habitual requiere observar conductas y condiciones educativas concretas y verificables.

La prevención de la dependencia necesita acuerdos pedagógicos sobre las actividades que admiten asistencia automatizada y aquellas que requieren producción independiente. Una consulta puede resultar pertinente para localizar errores formales, mientras que formular una hipótesis exige participación intelectual propia. Las reglas deben explicarse mediante razones educativas y revisarse según los objetivos de aprendizaje. Prohibiciones indiscriminadas impedirían aprovechar recursos valiosos. La ausencia de límites, por su parte, dificultaría reconocer qué capacidades desarrolla realmente cada estudiante individualmente.

La alfabetización en inteligencia artificial contribuye a establecer una relación crítica con las recomendaciones automatizadas. Comprender que los sistemas pueden producir respuestas incorrectas y presentar sesgos permite cuestionar su aparente autoridad. Tian y Zhang (2025) consideran el papel amortiguador de dicha alfabetización en su estudio sobre dependencia y pensamiento crítico. Desde una perspectiva

educativa, importa enseñar a verificar afirmaciones y reconocer cuándo conviene prescindir de asistencia para resolver una tarea mediante criterios personales previamente construidos.

Los límites de la personalización también protegen la dimensión colectiva del currículo. Si cada estudiante recibe permanentemente contenidos distintos, disminuyen las referencias compartidas necesarias para debatir y construir explicaciones comunes. La adaptación debe respetar oportunidades de encuentro con problemas equivalentes y criterios académicos públicos. Una comunidad educativa necesita experiencias donde las diferencias de procedimiento puedan discutirse abiertamente. El intercambio entre compañeros introduce preguntas imprevistas que ninguna predicción individual debería excluir de antemano del trabajo escolar.

La supervisión institucional requiere examinar periódicamente los efectos de las recomendaciones sobre la participación y la exigencia académica. Resulta pertinente identificar si determinados grupos reciben tareas sistemáticamente menos complejas o si algunas rutas reducen sus posibilidades de progresión. También conviene observar la frecuencia con que las herramientas sustituyen decisiones personales. Tales revisiones necesitan evidencias comprensibles para docentes y estudiantes. La eficiencia operativa carece de legitimidad cuando compromete oportunidades educativas o debilita capacidades intelectuales relevantes fundamentales.

Establecer límites a la adaptación algorítmica exige reconocer que aprender implica afrontar dificultades sin recibir siempre una respuesta inmediata. La tecnología puede facilitar el acceso y ampliar oportunidades, pero su intervención debe mantenerse proporcional a las necesidades educativas. Preservar momentos de trabajo independiente permite comprobar avances y fortalecer la confianza en el propio juicio. Una personalización responsable deja abiertas experiencias inesperadas y protege el

derecho del estudiante a pensar más allá de las predicciones automatizadas.

Tabla 2

Dimensiones pedagógicas y criterios de aplicación de la personalización algorítmica del aprendizaje

Dimensión pedagógica	Criterios para la aplicación educativa de la IA
Modelización dinámica del aprendiz	Reconocer la variabilidad cognitiva mediante perfiles flexibles y revisables. Interpretar las preferencias y necesidades educativas sin establecer clasificaciones permanentes ni limitar las oportunidades de aprendizaje.
Trayectorias adaptativas de aprendizaje	Organizar itinerarios diferenciados a partir de evidencias del progreso académico. Mantener objetivos curriculares compartidos y criterios de evaluación equivalentes para preservar la exigencia formativa.
Recomendación pedagógica y andamiaje inteligente	Proporcionar orientaciones pertinentes según las dificultades identificadas. Regular progresivamente la intensidad de las ayudas y transferir al estudiante la responsabilidad sobre sus decisiones intelectuales.
Personalización generativa de contenidos	Producir materiales con diversas representaciones y niveles de apoyo. Garantizar equivalencia conceptual y profundidad disciplinar sin alterar los conocimientos fundamentales del currículo.
Metacognición asistida por IA	Favorecer la planificación y el monitoreo consciente del aprendizaje. Desarrollar criterios personales para evaluar información y tomar decisiones fundamentadas sin depender de valoraciones automatizadas.
Límites de la adaptación algorítmica	Prevenir la sobrepersonalización y el empobrecimiento intelectual. Establecer condiciones de uso que protejan el pensamiento crítico y la autonomía cognitiva frente a la dependencia tecnológica.

Nota. Elaboración propia a partir de Pelánek (2025), Han et al. (2025), Tian y Zhang (2025), Luo et al. (2026), Qian et al. (2026) y Xia et al. (2026).

Capítulo III

Accesibilidad cognitiva, sensorial y comunicativa mediante inteligencia artificial multimodal

La accesibilidad educativa adquiere nuevas dimensiones cuando la inteligencia artificial interviene en las formas de presentar información, organizar experiencias y facilitar la comunicación. Las posibilidades tecnológicas actuales permiten reconsiderar condiciones de aprendizaje que durante mucho tiempo fueron tratadas mediante adaptaciones posteriores. Sin embargo, garantizar oportunidades educativas equitativas requiere examinar las decisiones pedagógicas que determinan quién puede participar y bajo qué condiciones. El Diseño Universal para el Aprendizaje ofrece una perspectiva para abordar dichas cuestiones desde la diversidad humana.

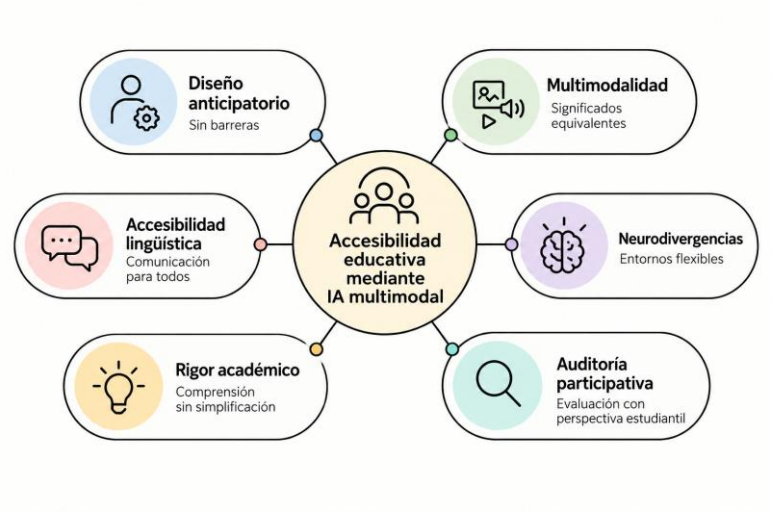
La incorporación de sistemas multimodales permite reconocer que el conocimiento circula mediante lenguajes y representaciones con exigencias perceptivas diferentes. Una explicación puede resultar comprensible mediante recursos visuales y presentar dificultades cuando depende exclusivamente de ellos. Wu et al. (2025) investigaron gráficos táctiles generados mediante inteligencia artificial para niños con discapacidad visual. Su trabajo aporta una referencia para considerar las posibilidades de representación accesible y la necesidad de examinar su usabilidad desde las experiencias de quienes utilizan dichos recursos.

La diversidad de medios disponibles introduce una cuestión que trasciende la conversión técnica de contenidos. Cada representación organiza significados mediante convenciones particulares y demanda operaciones interpretativas específicas. La inteligencia artificial puede facilitar transformaciones entre formatos, aunque preservar la información académica requiere decisiones fundamentadas. Liu et al. (2025) abordaron la alfabetización en inteligencia artificial generativa dentro de la composición digital multimodal. Dicha línea de investigación permite reconocer la importancia de desarrollar capacidades para producir y valorar contenidos mediante diferentes lenguajes.

Las condiciones de acceso al aprendizaje también dependen de las posibilidades de comprender y producir mensajes. El lenguaje académico puede presentar dificultades relacionadas con su estructura y con las exigencias comunicativas de determinadas actividades. Las tecnologías generativas ofrecen recursos para intervenir sobre dichas condiciones, pero su utilización plantea interrogantes sobre la participación intelectual. Jin et al. (2025) examinaron la relación entre aprendizaje autorregulado y resultados de escritura asistida mediante inteligencia artificial, una perspectiva pertinente para considerar dicha mediación.

Figura 7

Dimensiones de accesibilidad educativa mediante IA multimodal



La diversidad neurocognitiva introduce otras preguntas sobre la organización de los entornos educativos. Las interfaces digitales y las dinámicas de participación pueden generar experiencias diferentes entre estudiantes que comparten una misma actividad. Durgungoz y Durgungoz (2026) examinaron las perspectivas de estudiantes neurodivergentes en educación superior y abordaron las implicaciones de determinadas prácticas

tecnológicas. Su investigación permite reconocer la necesidad de escuchar al alumnado antes de establecer criterios generales sobre interacción y participación académica.

Ahora bien, ampliar las posibilidades de acceso exige reflexionar sobre el conocimiento que las experiencias educativas pretenden desarrollar. Una presentación comprensible puede facilitar el acercamiento a contenidos complejos sin resolver las operaciones intelectuales que corresponden al estudiante. Jin (2025) estudió el papel de los grandes modelos de lenguaje y del pensamiento crítico frente a la distancia entre conocimiento y habilidades. Dicha problemática adquiere relevancia cuando los apoyos automatizados intervienen en procesos de interpretación y razonamiento académico.

La presencia creciente de inteligencia artificial en educación también modifica las relaciones entre estudiantes, instituciones y sistemas de información. Las plataformas registran interacciones que pueden utilizarse para orientar decisiones pedagógicas y producir interpretaciones sobre el aprendizaje. Jones et al. (2020) investigaron las perspectivas del alumnado universitario respecto de su privacidad ante la analítica educativa. Su trabajo permite incorporar las preocupaciones estudiantiles al examen de prácticas tecnológicas que afectan la confianza y las condiciones de participación.

Consideradas conjuntamente, dichas investigaciones permiten reconocer que la accesibilidad educativa involucra decisiones relacionadas con representación, comunicación, organización cognitiva y tratamiento de información personal. Ninguna dimensión puede evaluarse adecuadamente mediante criterios exclusivamente técnicos. Las experiencias del estudiantado aportan conocimientos sobre dificultades que permanecen inadvertidas durante el diseño institucional. Por ello, la incorporación de inteligencia artificial multimodal demanda procedimientos de valoración capaces de relacionar las

características de las herramientas con las condiciones reales del aprendizaje.

El papel del profesorado adquiere particular relevancia ante herramientas capaces de generar explicaciones y modificar materiales mediante procedimientos automatizados. Su responsabilidad comprende interpretar las necesidades educativas y valorar la pertinencia de las intervenciones tecnológicas. La diversidad estudiantil requiere decisiones abiertas a revisión, especialmente cuando los sistemas producen resultados difíciles de anticipar. Mantener criterios pedagógicos explícitos permite examinar las ventajas y limitaciones de cada recurso sin trasladar a los algoritmos responsabilidades propias de la enseñanza.

El capítulo aborda la accesibilidad cognitiva, sensorial y comunicativa como una responsabilidad vinculada con la calidad de las experiencias educativas mediadas por inteligencia artificial. Su desarrollo articula el diseño anticipatorio, las representaciones multimodales y las condiciones de participación desde una perspectiva comprometida con la autonomía del estudiantado. La reflexión incorpora también la evaluación crítica de las herramientas y sus efectos. El horizonte pedagógico permanece ligado al derecho de aprender mediante experiencias accesibles y académicamente rigurosas.

3.1. Accesibilidad educativa desde el diseño anticipatorio: eliminación de barreras en experiencias de aprendizaje mediadas por IA

La accesibilidad educativa adquiere una dimensión preventiva cuando las experiencias de aprendizaje se diseñan considerando desde el inicio la diversidad de capacidades perceptivas, cognitivas y comunicativas del estudiantado. Bajo el enfoque del Diseño Universal para el Aprendizaje, la inteligencia artificial permite anticipar dificultades de interacción antes de que comprometan la participación. Tal orientación exige examinar las

características de los materiales, las actividades y los entornos digitales para reducir obstáculos previsibles sin disminuir la complejidad intelectual de las tareas propuestas.

El diseño anticipatorio parte de reconocer que numerosas dificultades educativas proceden de decisiones pedagógicas y tecnológicas tomadas sin considerar distintas formas de acceso. Una imagen carente de descripción, una interfaz dependiente de instrucciones visuales o una actividad limitada a respuestas escritas pueden restringir oportunidades de aprendizaje. La inteligencia artificial multimodal amplía las posibilidades de identificar dichas restricciones durante la planificación. Su incorporación requiere criterios pedagógicos capaces de distinguir entre las exigencias propias del conocimiento y las barreras evitables.

La anticipación adquiere particular relevancia cuando los contenidos demandan interpretar información representada mediante códigos sensoriales específicos. Wu et al. (2025) abordaron la generación de gráficos táctiles mediante inteligencia artificial para niños con discapacidad visual, aportando una referencia pertinente sobre productos educativos multimodales. Su investigación permite situar la accesibilidad de las representaciones gráficas dentro del proceso de diseño. Desde una perspectiva educativa, interesa que las decisiones sobre formatos accesibles precedan al uso de los materiales en clase.

Una planificación orientada a eliminar barreras necesita identificar las operaciones intelectuales que cada actividad pretende movilizar. Cuando el objetivo consiste en interpretar relaciones espaciales, por ejemplo, la dependencia exclusiva de una representación visual puede introducir una dificultad ajena al aprendizaje esperado. La inteligencia artificial puede intervenir en la preparación de alternativas perceptivas compatibles con dicho propósito. Sin embargo, corresponde al profesorado determinar si las adaptaciones conservan las relaciones conceptuales necesarias para desarrollar razonamientos equivalentes.

La accesibilidad anticipatoria también transforma los procedimientos de producción y revisión de recursos educativos. En lugar de esperar dificultades individuales para modificar materiales, el equipo docente puede examinar previamente sus condiciones de uso. La generación automatizada de representaciones alternativas constituye una posibilidad dentro de dicho proceso. El estudio de Wu et al. (2025), centrado en la usabilidad de gráficos táctiles generados mediante inteligencia artificial, permite reconocer la pertinencia de evaluar productos accesibles desde la experiencia de sus destinatarios.

Conviene distinguir la disponibilidad técnica de un recurso de su accesibilidad efectiva. Un material puede ofrecer varias modalidades de presentación y mantener dificultades relacionadas con su organización, interpretación o manipulación. Por ello, el diseño anticipatorio demanda comprobar si las alternativas permiten realizar las operaciones de aprendizaje previstas. La participación del estudiantado resulta especialmente valiosa durante dicha comprobación. Sus experiencias permiten detectar obstáculos que podrían pasar inadvertidos en evaluaciones centradas exclusivamente en el funcionamiento de las herramientas digitales.

Desde una perspectiva institucional, anticipar barreras implica incorporar criterios de accesibilidad en las decisiones habituales de planificación curricular y selección tecnológica. La responsabilidad no puede descansar enteramente en la iniciativa individual del profesorado. Resulta necesario establecer procedimientos compartidos para revisar materiales, valorar herramientas y documentar dificultades recurrentes. La inteligencia artificial puede contribuir al análisis preliminar de recursos, aunque las decisiones pedagógicas requieren supervisión humana y conocimiento de las condiciones reales en que ocurre el aprendizaje escolar cotidiano.

La incorporación de inteligencia artificial plantea además interrogantes sobre la calidad de las representaciones producidas automáticamente. Wu et al. (2025) examinaron un producto educativo multimodal dirigido a niños con discapacidad visual, ámbito donde la usabilidad constituye una dimensión relevante de evaluación. En términos pedagógicos, cualquier transformación automatizada debería preservar información significativa y evitar interpretaciones equívocas. La revisión especializada adquiere importancia cuando pequeños errores de representación pueden alterar relaciones espaciales, jerarquías conceptuales o instrucciones necesarias para resolver actividades académicas.

La eliminación anticipada de barreras debe preservar la autonomía del estudiante durante su interacción con los recursos educativos. Una herramienta accesible pierde parte de su valor pedagógico cuando impone secuencias rígidas o resuelve operaciones intelectuales que corresponden al aprendiz. Por ello, las alternativas generadas mediante inteligencia artificial necesitan permitir decisiones sobre navegación, consulta y utilización de apoyos. La accesibilidad adquiere mayor consistencia cuando amplía las posibilidades de participación sin sustituir el esfuerzo necesario para construir conocimientos propios.

En conjunto, el diseño anticipatorio permite integrar la accesibilidad en las condiciones ordinarias de enseñanza mediante decisiones verificables sobre materiales y actividades. Su aplicación requiere reconocer barreras previsibles, producir alternativas pertinentes y contrastar su funcionamiento con experiencias reales de aprendizaje. La inteligencia artificial multimodal ofrece recursos para desarrollar dicho trabajo, pero su utilidad depende de la evaluación pedagógica. El propósito permanece vinculado a garantizar oportunidades de participación intelectual exigente mediante entornos educativos sensibles a la diversidad humana.

3.2. Inteligencia artificial multimodal y equivalencia semántica entre textos, imágenes, audio, video y representaciones interactivas

La inteligencia artificial multimodal amplía las posibilidades de representar conocimientos mediante textos, imágenes, audio, video y entornos interactivos. Su valor educativo depende de mantener una correspondencia significativa entre las distintas formas de presentación. La equivalencia semántica exige conservar las ideas, relaciones y operaciones intelectuales que estructuran un contenido, aunque cambien sus características perceptivas. Desde el Diseño Universal para el Aprendizaje, dicha correspondencia permite diversificar las vías de acceso sin fragmentar los propósitos formativos compartidos por el estudiantado.

La transformación de información entre modalidades requiere comprender que cada lenguaje posee recursos expresivos particulares. Un texto organiza significados mediante estructuras verbales, mientras una imagen comunica relaciones espaciales que pueden resultar difíciles de describir linealmente. El audio incorpora matices temporales y el video articula acontecimientos mediante secuencias visuales y sonoras. Por consiguiente, la equivalencia semántica demanda interpretar las funciones comunicativas de cada representación y reconstruirlas mediante recursos adecuados al medio de destino elegido para aprender.

La composición multimodal mediante inteligencia artificial generativa introduce nuevas exigencias relacionadas con la interpretación y producción de significados. Liu et al. (2025) abordaron la alfabetización estudiantil en inteligencia artificial generativa dentro de la composición digital multimodal mediante el desarrollo y validación de una escala. Su investigación permite reconocer dicho campo como objeto de evaluación educativa. La capacidad de utilizar herramientas generativas necesita

acompañarse de criterios para valorar la correspondencia conceptual entre las representaciones producidas.

Una descripción sonora de un gráfico estadístico permite apreciar las exigencias de dicha correspondencia. La narración necesita comunicar tendencias, diferencias y relaciones relevantes sin convertir cada elemento visual en una enumeración innecesaria. Algo semejante ocurre cuando una explicación oral se transforma en texto: conservar su significado requiere distinguir argumentos centrales de repeticiones propias del discurso hablado. La inteligencia artificial puede facilitar las conversiones, pero la fidelidad conceptual depende de decisiones interpretativas vinculadas al propósito educativo.

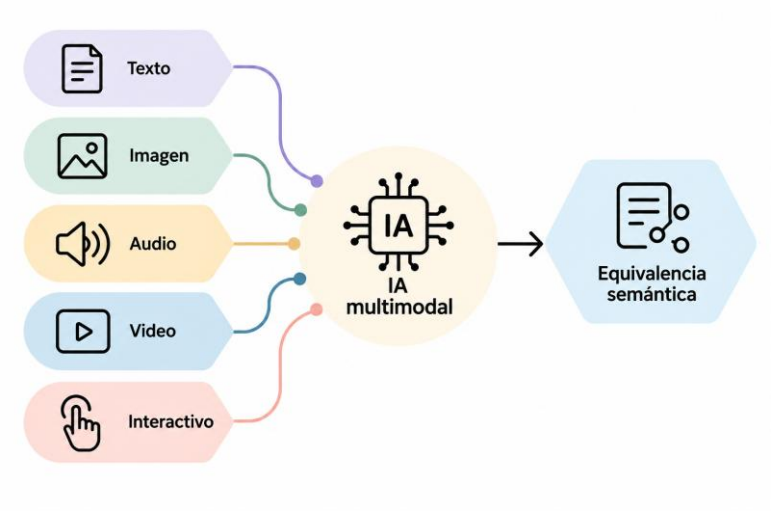
Los materiales audiovisuales presentan dificultades particulares porque distribuyen información entre movimientos, imágenes, palabras y sonidos. Una transcripción puede recuperar intervenciones verbales sin comunicar gestos relevantes o transformaciones observables. Del mismo modo, una descripción visual puede omitir relaciones temporales necesarias para comprender determinados procesos. La equivalencia semántica exige identificar qué información participa realmente en la construcción del conocimiento. A partir de dicho análisis pueden elaborarse alternativas que mantengan la secuencia argumental y las evidencias pertinentes.

Las representaciones interactivas añaden una dimensión que merece atención específica: el significado también se construye mediante acciones. Manipular variables, modificar parámetros o examinar respuestas de un sistema permite comprender relaciones que una exposición fija difícilmente reproduce por completo. Cuando una simulación se convierte en otro formato, resulta necesario preservar las oportunidades de formular hipótesis y contrastar resultados. La equivalencia educativa depende entonces de mantener experiencias intelectuales comparables, aunque los procedimientos de interacción sean diferentes.

La alfabetización en inteligencia artificial generativa adquiere relevancia cuando el estudiantado participa en la elaboración de contenidos multimodales. Liu et al. (2025) desarrollaron y validaron una escala vinculada con dicha alfabetización en actividades de composición digital multimodal. Desde una perspectiva pedagógica, producir representaciones mediante herramientas generativas requiere examinar sus decisiones expresivas y sus posibles alteraciones de significado. La evaluación debe atender tanto al contenido comunicado como a la capacidad de justificar las transformaciones realizadas.

Figura 8

Equivalencia semántica entre modalidades de representación



La equivalencia semántica tampoco implica reproducir literalmente cada componente de un material original. Determinados elementos cumplen funciones ornamentales, mientras otros contienen información indispensable para interpretar conceptos o resolver problemas. Diferenciar ambas funciones evita conversiones extensas que aumentan innecesariamente la carga cognitiva. Una representación accesible necesita organizar los significados según las posibilidades del

medio utilizado. La precisión depende de conservar relaciones relevantes y ofrecer información suficiente para desarrollar las operaciones intelectuales previstas en cada actividad.

La revisión de productos multimodales requiere criterios que permitan reconocer pérdidas de información, ambigüedades y alteraciones conceptuales. Liu et al. (2025) sitúan la alfabetización estudiantil en inteligencia artificial generativa dentro del ámbito de la composición digital multimodal, una relación pertinente para examinar las competencias implicadas en dichas prácticas. En el trabajo educativo, comparar versiones de un contenido permite identificar discrepancias y discutir decisiones comunicativas. Dicha revisión favorece una participación reflexiva frente a resultados generados automáticamente.

La equivalencia semántica adquiere sentido pedagógico cuando diferentes representaciones permiten acceder a conocimientos compartidos sin uniformar las experiencias de aprendizaje. Su construcción demanda reconocer las posibilidades expresivas de cada modalidad y examinar las transformaciones realizadas por inteligencia artificial. También requiere preservar oportunidades de interpretación, argumentación y toma de decisiones. Bajo dicha orientación, la accesibilidad multimodal contribuye a diversificar las formas de participación académica mientras mantiene criterios comunes de comprensión y exigencia intelectual.

3.3. Tecnologías generativas para la accesibilidad lingüística: lectura fácil, comunicación aumentativa y alternativas expresivas

La accesibilidad lingüística constituye una condición para participar en experiencias educativas donde comprender instrucciones, interpretar discursos y expresar conocimientos demanda competencias comunicativas diversas. Las tecnologías generativas permiten adaptar estructuras verbales y producir

alternativas expresivas ajustadas a distintas necesidades. Su incorporación al Diseño Universal para el Aprendizaje requiere reconocer que las dificultades comunicativas pueden originarse en la complejidad de los mensajes o en las condiciones de interacción. La intervención pedagógica debe atender dichas diferencias sin empobrecer los contenidos académicos.

La lectura fácil representa una posibilidad de intervención sobre textos cuya organización dificulta la comprensión. Los modelos generativos pueden reformular enunciados extensos, explicitar referentes y reorganizar información mediante estructuras lingüísticas más transparentes. Sin embargo, simplificar un discurso académico exige conservar sus relaciones causales y sus distinciones conceptuales. Una adaptación adecuada facilita identificar argumentos y comprender vocabulario especializado mediante explicaciones pertinentes. El propósito consiste en disminuir obstáculos lingüísticos mientras permanece intacta la oportunidad de construir aprendizajes intelectualmente exigentes.

La generación de versiones lingüísticas accesibles demanda distinguir entre claridad expresiva y reducción del conocimiento. Un concepto complejo puede presentarse mediante frases comprensibles sin eliminar las relaciones que explican su funcionamiento. La inteligencia artificial facilita elaborar reformulaciones progresivas y ejemplos vinculados con situaciones familiares. Corresponde al profesorado verificar que dichas modificaciones no introduzcan interpretaciones equivocadas. La accesibilidad requiere prestar atención a las características del lenguaje utilizado y al nivel de profundidad conceptual esperado.

La comunicación aumentativa y alternativa amplía las posibilidades de participación cuando el lenguaje oral o escrito convencional presenta dificultades de utilización. Los sistemas generativos pueden apoyar la elaboración de mensajes mediante símbolos, palabras predictivas y secuencias comunicativas personalizables. Su utilidad depende de respetar las intenciones del

estudiante y permitirle controlar aquello que desea expresar. La tecnología debe facilitar intercambios significativos sin imponer formulaciones ajenas ni anticipar respuestas que limiten la iniciativa comunicativa personal del aprendiz.

La producción escrita asistida mediante inteligencia artificial introduce interrogantes sobre la regulación del aprendizaje y la participación del estudiante. Jin et al. (2025) examinaron la relación entre aprendizaje autorregulado y resultados de escritura asistida por inteligencia artificial mediante un enfoque de modelización. Dicha perspectiva resulta pertinente para analizar apoyos lingüísticos que intervienen durante la composición textual. La accesibilidad expresiva necesita preservar oportunidades de planificación, revisión y evaluación personal de las decisiones comunicativas realizadas por cada estudiante.

Las alternativas expresivas adquieren valor cuando permiten comunicar conocimientos mediante procedimientos compatibles con distintas capacidades lingüísticas. Un estudiante puede organizar sus argumentos oralmente antes de convertirlos en texto o utilizar apoyos simbólicos para construir una explicación. La inteligencia artificial facilita transiciones entre dichas formas de expresión y ofrece recursos para revisar su claridad. La evaluación pedagógica debe concentrarse en los aprendizajes previstos sin confundir las dificultades instrumentales de comunicación con limitaciones intelectuales.

La personalización lingüística exige considerar las preferencias comunicativas del estudiante y sus posibilidades de participación autónoma. Una herramienta generativa puede proponer vocabulario, completar estructuras o presentar formulaciones alternativas durante una interacción. Sin embargo, cada intervención necesita responder a decisiones del usuario y permitir modificaciones posteriores. La accesibilidad comunicativa pierde sentido cuando las respuestas automatizadas reemplazan la voz personal. Por ello, conviene mantener procedimientos que

permitan aceptar, rechazar o transformar las propuestas generadas durante el aprendizaje.

El acompañamiento de la escritura mediante inteligencia artificial requiere prestar atención a las decisiones que toma el estudiante durante su producción textual. Jin et al. (2025) sitúan el aprendizaje autorregulado como una dimensión relevante para comprender los resultados de escritura asistida. Desde dicha perspectiva, las ayudas lingüísticas pueden organizarse para favorecer la identificación de dificultades y la revisión consciente de formulaciones. La intervención tecnológica necesita dejar espacio para que el aprendiz valore alternativas y reconozca sus propias elecciones.

La calidad de las adaptaciones lingüísticas depende también de reconocer diferencias culturales y usos comunicativos particulares. Los modelos generativos pueden producir expresiones gramaticalmente correctas que resulten poco familiares o inadecuadas para determinados interlocutores. La revisión humana permite examinar registros, significados y referencias vinculadas con experiencias sociales diversas. En educación, una comunicación accesible requiere respetar las formas legítimas de expresión del estudiantado. La normalización automática del lenguaje no debería borrar identidades ni restringir posibilidades discursivas.

La incorporación de tecnologías generativas para la accesibilidad lingüística demanda criterios pedagógicos que articulen comprensión, expresión y autonomía. La lectura fácil puede facilitar el acceso a discursos complejos mientras la comunicación aumentativa amplía oportunidades de interacción. Las alternativas expresivas permiten participar mediante recursos ajustados a diferentes capacidades. Su pertinencia depende de conservar la intención comunicativa y las exigencias intelectuales del aprendizaje. La accesibilidad adquiere profundidad cuando cada estudiante puede comprender y hacerse comprender.

3.4. Neurodivergencias y procesamiento de la información: adaptación de interfaces, secuencias didácticas y demandas ejecutivas

Las neurodivergencias plantean la necesidad de examinar las condiciones mediante las cuales los entornos educativos organizan la información y regulan la participación. Las diferencias en atención, percepción sensorial y funcionamiento ejecutivo pueden modificar la experiencia de una misma actividad académica. Desde el Diseño Universal para el Aprendizaje, la inteligencia artificial ofrece posibilidades de ajustar interfaces y secuencias didácticas. Su aplicación requiere comprender la variabilidad neurocognitiva sin convertir las características individuales en categorías rígidas de intervención.

El procesamiento de la información depende tanto de las características personales como de las exigencias presentes en cada entorno de aprendizaje. Una interfaz con numerosos estímulos simultáneos puede dificultar la identificación de instrucciones relevantes o la continuidad de una tarea. Los sistemas inteligentes permiten configurar densidad visual, jerarquías informativas y mecanismos de navegación. Sin embargo, dichas modificaciones necesitan responder a preferencias verificadas mediante la experiencia del estudiante y evitar configuraciones automáticas basadas en generalizaciones diagnósticas.

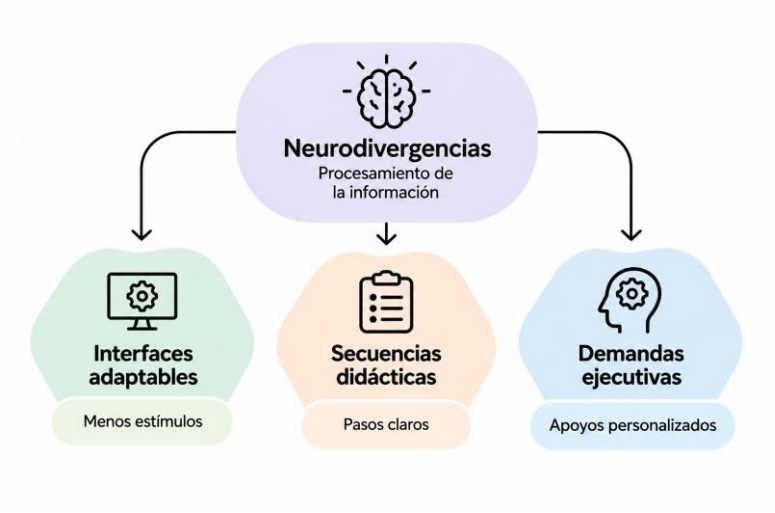
La intensidad de las actividades interactivas merece especial atención cuando se diseñan experiencias para estudiantes neurodivergentes. Durgungoz y Durgungoz (2026) examinan las perspectivas de dicho alumnado en educación superior y cuestionan la conveniencia de incrementar indiscriminadamente las interacciones tecnológicas. Su trabajo permite reconocer que una participación académica significativa puede requerir diferentes niveles de exposición y estimulación. La planificación pedagógica

necesita valorar las condiciones de interacción sin identificar automáticamente mayor actividad visible con mejor aprendizaje.

Las secuencias didácticas adaptativas pueden facilitar la organización temporal de actividades que requieren mantener objetivos y coordinar procedimientos sucesivos. La inteligencia artificial permite presentar instrucciones por etapas y ofrecer recordatorios vinculados con momentos específicos del trabajo académico. Tales apoyos necesitan conservar una visión comprensible del propósito general para evitar experiencias fragmentadas. El estudiante debe reconocer las relaciones entre cada actividad y disponer de oportunidades para modificar el ritmo sin perder continuidad conceptual.

Figura 9

Adaptaciones educativas para la diversidad neurocognitiva



Las demandas ejecutivas aparecen cuando una actividad requiere planificar acciones, administrar tiempos y supervisar resultados. Su intensidad puede aumentar por decisiones organizativas ajenas al conocimiento evaluado. Una plataforma que exige recordar múltiples instrucciones dispersas introduce

dificultades adicionales incluso cuando el contenido resulta comprensible. Los asistentes inteligentes pueden contribuir mediante agendas visuales y mecanismos de seguimiento configurables. La intervención educativa debe distinguir las habilidades ejecutivas que constituyen objetivos formativos de aquellas exigencias instrumentales que dificultan innecesariamente la participación.

La participación social representa otra dimensión relevante para comprender las experiencias educativas de estudiantes neurodivergentes. Durgungoz y Durgungoz (2026) abordan la incorporación de tecnologías que permiten formas más anónimas de participación en educación superior. Dicha perspectiva invita a reconsiderar actividades donde intervenir públicamente constituye una exigencia permanente. Los canales digitales de respuesta pueden ampliar las oportunidades de expresión sin eliminar el intercambio académico. Su utilización requiere respetar preferencias personales y preservar posibilidades de interacción voluntaria.

La adaptación de interfaces mediante inteligencia artificial necesita contemplar la regulación de estímulos visuales y auditivos durante el aprendizaje. Animaciones constantes, notificaciones frecuentes o cambios inesperados de pantalla pueden interferir con determinadas formas de procesamiento. Los sistemas configurables permiten reducir interrupciones y establecer patrones de interacción previsibles. Conviene evitar que tales ajustes restrinjan información académica relevante. Una experiencia accesible debe ofrecer control sobre la presentación mientras mantiene disponibles los recursos necesarios para comprender las actividades.

El uso de recomendaciones automatizadas plantea interrogantes sobre la autonomía del estudiante frente a decisiones tomadas por sistemas adaptativos. Una plataforma puede identificar pausas prolongadas o dificultades recurrentes y

proponer modificaciones en la secuencia de trabajo. Sin embargo, tales indicadores admiten interpretaciones diversas y no permiten establecer por sí mismos necesidades neurocognitivas. Las adaptaciones requieren transparencia y posibilidades de modificación. El estudiante necesita comprender las recomendaciones y conservar autoridad sobre las decisiones que afectan su experiencia educativa.

La evaluación de entornos adaptativos debe incorporar las experiencias de quienes utilizan las herramientas durante actividades académicas reales. Durgungoz y Durgungoz (2026) destacan mediante su investigación la pertinencia de escuchar las perspectivas de estudiantes neurodivergentes respecto de las prácticas tecnológicas universitarias. Dicho enfoque permite reconocer diferencias entre las intenciones del diseño y sus efectos cotidianos. La revisión pedagógica necesita considerar comodidad sensorial, claridad organizativa y oportunidades de participación sin establecer preferencias universales para grupos heterogéneos.

La atención educativa a las neurodivergencias exige reconocer que ninguna configuración tecnológica responde de manera permanente a todas las necesidades individuales. Las preferencias pueden variar según la actividad y las condiciones personales de cada momento. La inteligencia artificial permite desarrollar entornos flexibles cuando sus mecanismos permanecen comprensibles y modificables. Su valor pedagógico reside en facilitar decisiones conscientes sobre interacción y organización del trabajo. La accesibilidad neurocognitiva requiere preservar la diversidad sin reducir las expectativas intelectuales compartidas.

3.5. Accesibilidad cognitiva sin simplificación epistemológica: preservación de la complejidad conceptual y el rigor académico

La accesibilidad cognitiva plantea una cuestión pedagógica delicada: facilitar la comprensión sin alterar la naturaleza del

conocimiento que se pretende enseñar. Los sistemas de inteligencia artificial pueden reorganizar explicaciones y ofrecer apoyos interpretativos, pero tales intervenciones requieren distinguir entre dificultad conceptual y obstáculos derivados de la presentación. El rigor académico permanece vinculado a la capacidad de comprender relaciones complejas, examinar evidencias y elaborar argumentos fundamentados. Reducir barreras cognitivas exige preservar dichas operaciones durante el aprendizaje.

La complejidad epistemológica forma parte de los conocimientos que demandan interpretar fenómenos mediante categorías abstractas y relaciones difíciles de observar directamente. Una explicación accesible puede distribuir la información en unidades comprensibles sin eliminar las conexiones que sostienen su significado. La inteligencia artificial permite desarrollar aproximaciones graduales mediante preguntas orientadoras y representaciones complementarias. Sin embargo, cada recurso debe conducir hacia una comprensión progresivamente integrada. La fragmentación permanente puede impedir reconocer la estructura conceptual del problema estudiado.

El vínculo entre conocimiento y habilidades intelectuales adquiere relevancia cuando los modelos lingüísticos participan en actividades académicas. Jin (2025) examina la relación entre los grandes modelos de lenguaje y el pensamiento crítico desde la problemática de la distancia entre conocimiento y habilidades. Dicha perspectiva permite considerar los riesgos de confundir explicaciones disponibles con capacidades efectivamente desarrolladas. La accesibilidad cognitiva necesita promover operaciones de análisis y argumentación que el estudiante pueda realizar mediante decisiones intelectuales propias.

Una dificultad frecuente aparece cuando las herramientas generativas producen explicaciones fluidas que ocultan controversias o incertidumbres propias de determinados campos

científicos. La claridad verbal puede transmitir una impresión de certeza que el conocimiento disponible no justifica. Por ello, las adaptaciones cognitivas necesitan conservar condiciones, excepciones y límites de validez. El profesorado debe examinar si las reformulaciones mantienen los matices necesarios para interpretar un fenómeno. La comprensión académica requiere reconocer también aquello que permanece abierto a discusión.

Los apoyos graduados pueden facilitar el acceso a problemas complejos mediante intervenciones ajustadas al desarrollo de la actividad. Una pregunta inicial puede orientar la identificación de variables mientras otra invita a examinar relaciones causales o contrastar interpretaciones. La inteligencia artificial permite ofrecer orientaciones diferenciadas según las respuestas del estudiante. Conviene retirar progresivamente dichas ayudas cuando dejan de ser necesarias. La accesibilidad alcanza sentido formativo cuando favorece capacidades transferibles a situaciones que demandan razonamiento independiente.

La relación entre conocimiento y pensamiento crítico también exige revisar las funciones asignadas a los asistentes inteligentes. Jin (2025) aborda dicha relación al estudiar el papel de los grandes modelos de lenguaje en educación. Su planteamiento permite examinar la necesidad de vincular el acceso a información con el desarrollo de habilidades intelectuales. Una respuesta automatizada puede facilitar la comprensión inicial, aunque corresponde al estudiante contrastar argumentos y justificar las conclusiones que adopta durante su trabajo académico.

La preservación del rigor requiere prestar atención al vocabulario especializado que organiza cada disciplina. Sustituir indiscriminadamente términos técnicos por expresiones cotidianas puede dificultar la adquisición de categorías necesarias para pensar científicamente. Una alternativa consiste en presentar definiciones comprensibles y recuperar progresivamente la terminología original. La inteligencia artificial puede apoyar dicho proceso

mediante explicaciones situadas y relaciones entre conceptos. El objetivo pedagógico consiste en ampliar el dominio del lenguaje disciplinar sin establecer dependencias permanentes de traducciones.

La evaluación constituye un espacio donde la accesibilidad cognitiva debe distinguirse de la reducción de exigencias académicas. Modificar la presentación de una consigna puede resultar pertinente cuando su complejidad lingüística interfiere con el razonamiento requerido. Sin embargo, proporcionar directamente procedimientos resolutivos altera la naturaleza de la tarea evaluada. Los sistemas inteligentes necesitan operar bajo criterios explícitos sobre ayudas permitidas. La validez de la evaluación depende de conservar evidencias atribuibles al desempeño intelectual del estudiante.

La mediación tecnológica requiere considerar también las consecuencias de delegar sistemáticamente procesos de interpretación y elaboración conceptual. Jin (2025) examina la relación entre modelos lingüísticos y pensamiento crítico dentro del problema educativo que vincula conocimientos y habilidades. Desde dicha preocupación, resulta pertinente establecer actividades donde el estudiante identifique errores y discuta explicaciones automatizadas. El contraste entre respuestas permite ejercitar juicios fundamentados. La accesibilidad debe favorecer el trabajo intelectual consciente y evitar dependencias que reduzcan la iniciativa.

Preservar la complejidad conceptual mediante inteligencia artificial demanda comprender la accesibilidad como una condición para participar plenamente en prácticas académicas rigurosas. Los apoyos tecnológicos pueden facilitar la aproximación a teorías y problemas difíciles cuando respetan sus fundamentos epistemológicos. Su pertinencia depende de mantener oportunidades para formular preguntas, examinar contradicciones y construir explicaciones justificadas. El Diseño Universal para el

Aprendizaje encuentra aquí una exigencia pedagógica: ampliar las posibilidades de comprensión sin debilitar la responsabilidad intelectual.

3.6. Auditoría participativa de accesibilidad algorítmica: evaluación de barreras, sesgos y experiencias desde la perspectiva del estudiantado

La auditoría participativa de accesibilidad algorítmica examina las condiciones de interacción entre estudiantes y sistemas educativos inteligentes. Su propósito consiste en identificar barreras que permanecen invisibles durante las pruebas técnicas convencionales. Una herramienta puede funcionar correctamente y producir experiencias desiguales según las capacidades, preferencias y circunstancias de quienes la utilizan. Por ello, la evaluación requiere escuchar al estudiantado y contrastar sus testimonios con evidencias observables sobre el funcionamiento de las decisiones automatizadas en entornos académicos.

El carácter participativo de una auditoría exige incorporar al alumnado desde la definición de los problemas evaluados. Las preguntas no deberían limitarse a comprobar rapidez, precisión o disponibilidad de funciones. También interesa conocer cuándo una recomendación resulta incomprensible, cuándo una interfaz desalienta la intervención y cuándo una clasificación automatizada produce incomodidad. Recoger tales experiencias mediante procedimientos accesibles permite identificar discrepancias entre las intenciones institucionales y las condiciones efectivas de participación en el aprendizaje cotidiano universitario.

La recopilación de datos educativos introduce preocupaciones que afectan directamente la confianza en los sistemas algorítmicos. Jones et al. (2020) estudiaron las perspectivas del alumnado universitario sobre privacidad y analítica del aprendizaje. Su investigación sitúa la percepción estudiantil dentro del debate sobre seguimiento digital en

educación superior. Una auditoría participativa necesita examinar qué información se registra, quién puede consultarla y si las personas comprenden las consecuencias de aceptar mecanismos de observación durante sus actividades académicas.

Los sesgos algorítmicos pueden manifestarse mediante recomendaciones que favorecen determinadas formas de comunicación o patrones de desempeño. Un sistema entrenado con registros poco representativos podría interpretar de manera inadecuada pausas, respuestas breves o trayectorias de aprendizaje diferentes. La auditoría debe comparar resultados entre perfiles diversos sin atribuir automáticamente las diferencias a características individuales. También conviene revisar los criterios utilizados para establecer niveles de dificultad y distribuir oportunidades de participación académica entre estudiantes de manera consistente.

La evaluación de barreras requiere combinar relatos personales con pruebas de uso realizadas en actividades educativas concretas. Observar una interacción permite reconocer dificultades que el participante quizá no identifica verbalmente. A su vez, escuchar su interpretación evita que los evaluadores atribuyan significados equivocados a determinadas conductas. Los protocolos pueden incorporar entrevistas, registros voluntarios y tareas compartidas. Cada procedimiento necesita respetar tiempos personales y ofrecer vías de participación compatibles con distintas preferencias comunicativas del estudiantado.

La privacidad constituye una condición para que la participación evaluativa ocurra sin temor a consecuencias académicas. Jones et al. (2020) documentaron perspectivas estudiantiles sobre el seguimiento de datos mediante analítica del aprendizaje. Dicha preocupación invita a separar los registros necesarios para investigar barreras de aquellos destinados a supervisar el rendimiento individual. La auditoría debe informar sobre usos institucionales, conservación y acceso a los datos.

También requiere alternativas para quienes prefieran no compartir determinadas experiencias personales.

La interpretación de los hallazgos demanda distinguir errores técnicos, decisiones pedagógicas y efectos derivados de políticas institucionales. Una recomendación inaccesible puede originarse en datos insuficientes, parámetros de diseño o criterios de evaluación discutibles. Atribuir cada dificultad al algoritmo impediría reconocer responsabilidades compartidas. Los equipos de auditoría necesitan documentar el origen probable de los problemas y establecer medidas verificables, claras y oportunas. La participación estudiantil contribuye a valorar si las correcciones modifican efectivamente la experiencia educativa.

La devolución de resultados constituye una etapa necesaria para evitar que la consulta estudiantil se convierta en un trámite simbólico. Quienes aportan experiencias deben conocer qué problemas fueron reconocidos y qué decisiones se adoptaron. Cuando una propuesta no pueda implementarse, corresponde explicar las razones con claridad. La auditoría gana legitimidad mediante procedimientos transparentes de respuesta y revisión. Conviene establecer mecanismos para cuestionar interpretaciones institucionales y registrar desacuerdos de manera fundamentada sin perjudicar la relación pedagógica.

El examen de sistemas educativos inteligentes también debe considerar los límites de la inferencia automatizada sobre conductas individuales. Jones et al. (2020) abordaron las preocupaciones del estudiantado respecto de su privacidad ante la analítica del aprendizaje. A partir de dicha problemática, una auditoría puede interrogar la legitimidad de convertir registros de interacción en juicios sobre compromiso o capacidad. La ausencia de actividad visible admite múltiples explicaciones y exige prudencia antes de producir decisiones académicas individuales.

Tabla 3

Dimensiones pedagógicas y criterios de accesibilidad educativa mediante inteligencia artificial multimodal

Dimensión de accesibilidad	**Criterios pedagógicos para la aplicación de inteligencia artificial**
Diseño anticipatorio y eliminación de barreras	Identificación preventiva de obstáculos cognitivos, sensoriales y comunicativos. Planificación de experiencias accesibles desde su concepción mediante recursos adaptables que preserven los objetivos de aprendizaje.
Multimodalidad y equivalencia semántica	Transformación de contenidos entre textos, imágenes, audio, video y representaciones interactivas. Conservación de significados y relaciones conceptuales mediante criterios de fidelidad académica.
Accesibilidad lingüística y comunicación aumentativa	Generación de materiales de lectura fácil y apoyos comunicativos personalizados. Diversificación de alternativas expresivas que favorezcan la comprensión y respeten la intención comunicativa del estudiante.
Neurodivergencias y procesamiento de la información	Configuración flexible de interfaces y secuencias didácticas. Regulación de estímulos y demandas ejecutivas según preferencias individuales sin establecer restricciones basadas en categorías diagnósticas.
Accesibilidad cognitiva y rigor académico	Incorporación de apoyos graduados que faciliten la comprensión de contenidos complejos. Preservación del pensamiento crítico y de las exigencias intelectuales mediante actividades que favorezcan el razonamiento autónomo.
Auditoría participativa y accesibilidad algorítmica	Evaluación de barreras y sesgos mediante la participación del estudiantado. Revisión de decisiones automatizadas con criterios de privacidad y transparencia institucional.

Nota. Elaboración propia a partir de los fundamentos pedagógicos desarrollados en el capítulo.

Capítulo IV

Autonomía intelectual, pensamiento crítico y exigencia cognitiva en experiencias educativas con IA

La incorporación de inteligencia artificial generativa en los procesos educativos plantea interrogantes que alcanzan el sentido mismo de aprender. La posibilidad de obtener explicaciones y elaborar productos académicos mediante sistemas automatizados transforma las relaciones entre esfuerzo intelectual y desempeño estudiantil. En medio de tales cambios, la educación enfrenta una responsabilidad persistente: formar personas capaces de comprender y valorar sus propias decisiones. El problema adquiere especial relevancia cuando la facilidad tecnológica modifica las experiencias mediante las cuales se construyen conocimientos duraderos.

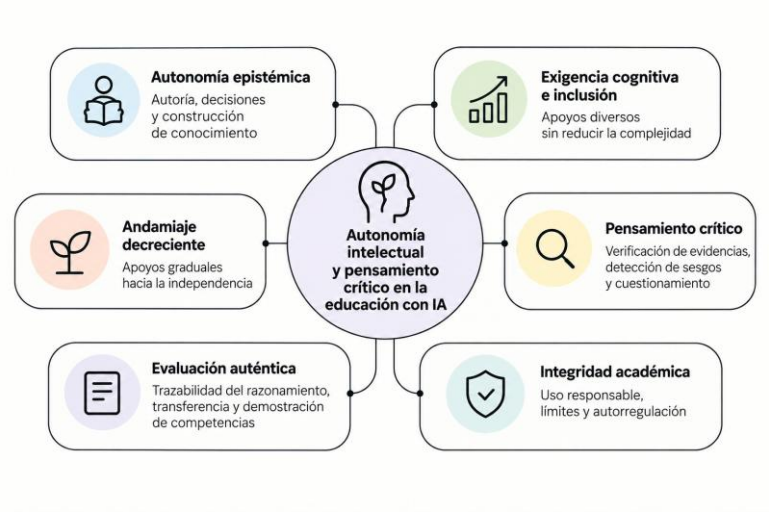
La autonomía intelectual ocupa un lugar central en dicha discusión porque permite reconocer al estudiante como participante activo en la elaboración de significados. Aprender exige interpretar información y asumir posiciones fundamentadas ante problemas cuya resolución demanda criterios personales. La inteligencia artificial puede ampliar las oportunidades de participación, aunque también introduce nuevas formas de dependencia. Vendrell y Johnston (2026) abordan la integración de modelos generativos mediante principios de diseño vinculados con el pensamiento crítico en educación superior.

Desde la perspectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje, atender la diversidad estudiantil requiere comprender las diferencias individuales sin convertirlas en expectativas intelectuales desiguales. Las condiciones de acceso y participación pueden variar considerablemente entre quienes comparten una experiencia educativa. Sin embargo, la formación académica conserva su responsabilidad de promover comprensión profunda. La inclusión adquiere significado cuando cada estudiante dispone de oportunidades reales para desarrollar capacidades exigentes mediante recursos compatibles con sus características y necesidades de aprendizaje.

La disponibilidad permanente de asistencia tecnológica obliga a reconsiderar el lugar del esfuerzo en la formación intelectual. Algunas operaciones pueden resolverse con rapidez mediante herramientas generativas, pero dicha facilidad no garantiza una comprensión equivalente. Barcaui (2025) examina experimentalmente el uso de ChatGPT como apoyo cognitivo y su relación con la retención de conocimientos. Su investigación incorpora una preocupación pertinente para la educación: reconocer las condiciones bajo las cuales la intervención tecnológica acompaña el aprendizaje o puede debilitar su consolidación.

Figura 10

Dimensiones de la autonomía intelectual en educación con IA



La regulación de la ayuda adquiere relevancia cuando los estudiantes desarrollan capacidades mediante experiencias progresivas de participación independiente. Un acompañamiento adecuado puede facilitar el acercamiento a problemas complejos y ofrecer orientaciones durante momentos de incertidumbre. Sin embargo, mantener permanentemente idénticos niveles de intervención puede modificar las oportunidades de ejercitar

procedimientos personales. Jiang y Chen (2026) estudian la descarga cognitiva apoyada en inteligencia artificial entre universitarios chinos, aportando un referente para examinar la distribución del trabajo mental.

La formación del pensamiento crítico incorpora nuevas responsabilidades frente a sistemas capaces de producir respuestas lingüísticamente convincentes. La claridad expositiva puede generar confianza incluso cuando las afirmaciones carecen de fundamentos suficientes. Por ello, la educación necesita atender las capacidades mediante las cuales los estudiantes valoran información y reconocen limitaciones argumentativas. Sandoval Perdomo y Juárez Hernández (2026) abordan la evaluación del pensamiento crítico en educación superior mediada por inteligencia artificial mediante el diseño de un instrumento específico.

La alfabetización algorítmica amplía dicha preocupación hacia las condiciones de producción y circulación del conocimiento automatizado. Comprender las limitaciones de los sistemas generativos permite reconocer que sus respuestas pueden contener errores y representaciones parciales. La formación universitaria necesita favorecer una relación reflexiva con dichas tecnologías mediante criterios de interpretación fundamentados. En una educación comprometida con la diversidad, tales capacidades deben desarrollarse mediante experiencias accesibles que permitan participar en el examen de información desde diferentes formas de expresión.

Las transformaciones del aprendizaje también alcanzan los procedimientos utilizados para reconocer competencias académicas. La elaboración de productos mediante inteligencia artificial plantea interrogantes sobre la correspondencia entre resultados observables y capacidades desarrolladas. Fischer et al. (2024) examinan diferencias entre afirmaciones estudiantiles y valoraciones de evaluadores ante el uso de tecnologías generativas.

Su investigación permite situar la interpretación del desempeño como una preocupación educativa que requiere atender las evidencias disponibles y los criterios aplicados durante la evaluación.

La integridad académica adquiere una dimensión particular cuando las herramientas generativas participan en actividades de composición y producción intelectual. Las decisiones sobre su utilización requieren reconocer responsabilidades individuales y acuerdos institucionales compatibles con los propósitos educativos. Vetter et al. (2024) examinan cuestiones éticas relacionadas con generadores textuales mediante una aproximación vinculada con prácticas académicas específicas. Tal perspectiva permite comprender la necesidad de establecer criterios claros sin desconocer las diferencias entre disciplinas y condiciones de participación estudiantil.

El presente capítulo examina las relaciones entre autonomía intelectual y exigencia cognitiva en experiencias educativas mediadas por inteligencia artificial. Su desarrollo considera las condiciones pedagógicas necesarias para preservar la participación activa del estudiante y reconocer aprendizajes genuinos. La perspectiva del Diseño Universal para el Aprendizaje orienta una reflexión comprometida con la diversidad y la responsabilidad académica. El interés central reside en comprender las posibilidades de una educación accesible que mantenga profundidad intelectual y sentido formativo.

4.1. Autonomía epistémica del estudiante: autoría intelectual, toma de decisiones y construcción de conocimiento frente a sistemas generativos

La autonomía epistémica del estudiante constituye una dimensión fundamental de la formación intelectual en entornos educativos mediados por inteligencia artificial generativa. Su desarrollo exige reconocer al aprendiz como sujeto capaz de

formular preguntas, interpretar información y establecer criterios propios de validez. La disponibilidad de respuestas automatizadas modifica las condiciones de producción del conocimiento, pero no elimina la responsabilidad individual de comprenderlo. Desde una perspectiva educativa, aprender implica ejercer autoridad sobre las propias elaboraciones intelectuales mediante decisiones conscientes y justificadas.

La autoría intelectual adquiere particular relevancia cuando los sistemas generativos participan en actividades de lectura, escritura e investigación. Producir un texto académicamente aceptable no equivale necesariamente a comprender sus argumentos ni a reconocer las decisiones que sustentan su elaboración. El estudiante conserva su condición de autor cuando define propósitos, selecciona evidencias y asume las consecuencias de sus afirmaciones. La intervención tecnológica requiere una delimitación consciente de responsabilidades para preservar la relación entre pensamiento personal y producción académica original.

La toma de decisiones representa una manifestación observable de autonomía epistémica porque obliga al estudiante a valorar alternativas antes de adoptar una respuesta. Frente a distintas formulaciones generadas por inteligencia artificial, debe reconocer diferencias conceptuales y determinar cuál responde mejor al problema estudiado. Vendrell y Johnston (2026) vinculan el aprovechamiento educativo de los modelos generativos con principios de diseño orientados al pensamiento crítico. Tal planteamiento permite comprender la deliberación estudiantil como parte constitutiva del aprendizaje universitario.

La construcción de conocimiento requiere una participación intelectual que trascienda la aceptación inmediata de explicaciones aparentemente convincentes. Cada respuesta generada puede convertirse en materia de examen cuando el estudiante identifica sus fundamentos y reconoce posibles

insuficiencias argumentativas. El valor educativo reside en las operaciones mentales desarrolladas durante dicha valoración. Una explicación bien redactada puede resultar útil, aunque su verdadera contribución depende de la capacidad del aprendiz para relacionarla con conocimientos previos y elaborar interpretaciones propias fundamentadas.

En experiencias educativas orientadas por el Diseño Universal para el Aprendizaje, la autonomía epistémica debe comprenderse desde la diversidad de trayectorias individuales. Los estudiantes pueden necesitar distintos apoyos para expresar razonamientos, organizar argumentos o acceder a información especializada. Tales diferencias no justifican reducir su participación en las decisiones intelectuales. La accesibilidad adquiere sentido pedagógico cuando amplía las posibilidades de intervención personal y permite que cada aprendiz mantenga responsabilidad sobre los significados que construye durante su formación académica.

La relación entre estudiante y sistema generativo también plantea una cuestión de autoridad intelectual. La fluidez lingüística de una respuesta puede conferirle una apariencia de certeza que excede su fundamento real. Reconocer dicha diferencia exige distinguir entre plausibilidad discursiva y conocimiento suficientemente justificado. Vendrell y Johnston (2026) sitúan el pensamiento crítico entre las preocupaciones pedagógicas vinculadas con la integración de modelos lingüísticos. Desde tal perspectiva, la confianza académica requiere examinar argumentos antes de incorporarlos al razonamiento personal.

El ejercicio de la autoría intelectual se manifiesta igualmente en la capacidad de sostener una interpretación frente a propuestas alternativas. Cuando el estudiante modifica sus argumentos después de consultar un sistema generativo, resulta pertinente reconocer las razones que motivaron el cambio. Revisar una posición constituye una expresión de autonomía cuando

responde a evidencias examinadas y no a la autoridad atribuida a la tecnología. La independencia intelectual admite rectificaciones porque descansa en criterios argumentativos abiertos al examen.

La autonomía epistémica también posee una dimensión temporal frecuentemente desatendida. Comprender un problema demanda períodos de incertidumbre durante los cuales las ideas permanecen incompletas y las relaciones conceptuales requieren elaboración. La rapidez de los sistemas generativos puede alterar dicha experiencia cuando anticipa soluciones antes de que el estudiante formule una interpretación inicial. Preservar momentos de reflexión personal permite reconocer el valor formativo de la duda y comprender que el conocimiento requiere procesos de elaboración intelectual.

La responsabilidad sobre el conocimiento producido adquiere especial importancia en actividades académicas compartidas. Cuando varias personas utilizan herramientas generativas para desarrollar una investigación, cada participante necesita reconocer sus aportaciones y justificar las decisiones asumidas. La colaboración intelectual conserva su valor cuando existe una participación verificable en la elaboración de argumentos. La perspectiva de Vendrell y Johnston (2026) sobre el diseño de apoyos para el pensamiento crítico ofrece un referente pertinente para examinar dicha responsabilidad formativa.

Considerada desde la formación integral, la autonomía epistémica expresa la capacidad del estudiante para reconocerse como participante legítimo en la producción de conocimiento. Su desarrollo implica construir una voz intelectual identificable y mantener una relación reflexiva con las herramientas disponibles. La inteligencia artificial puede intervenir en numerosas operaciones académicas sin reemplazar la responsabilidad de quien aprende. La cuestión educativa fundamental permanece vinculada con la posibilidad de pensar con criterio propio y responder por las ideas elaboradas.

4.2. Exigencia cognitiva y Diseño Universal para el Aprendizaje: diferenciación de apoyos sin reducción de la complejidad intelectual

La exigencia cognitiva constituye una condición necesaria para que el Diseño Universal para el Aprendizaje mantenga su sentido formativo en experiencias mediadas por inteligencia artificial. Reconocer diferencias individuales implica ofrecer condiciones variadas de participación sin disminuir la profundidad conceptual de las actividades. La diversidad de apoyos debe responder a necesidades específicas de acceso y procesamiento. El propósito educativo permanece vinculado con el desarrollo de capacidades intelectuales que requieren esfuerzo sostenido y comprensión progresiva de problemas académicos complejos.

La diferenciación pedagógica adquiere legitimidad cuando permite afrontar una misma demanda intelectual mediante recursos ajustados a las características del estudiante. Una representación visual puede facilitar la comprensión de relaciones abstractas mientras una explicación verbal favorece otras formas de procesamiento. Ninguna alternativa necesita modificar el nivel de razonamiento esperado. Desde el Diseño Universal para el Aprendizaje, la flexibilidad metodológica permite reconocer distintas vías de participación sin establecer jerarquías entre las capacidades cognitivas de quienes aprenden.

La incorporación de sistemas generativos introduce nuevas posibilidades de acompañamiento académico, aunque también plantea interrogantes sobre la intensidad del esfuerzo intelectual requerido. Barcaui (2025) examinó experimentalmente la relación entre el uso de ChatGPT como apoyo cognitivo y la retención de conocimientos. Su investigación aporta elementos para considerar los posibles efectos de delegar operaciones mentales durante el aprendizaje. La disponibilidad de asistencia inmediata requiere decisiones pedagógicas que preserven oportunidades de

procesamiento personal y consolidación de conocimientos adquiridos.

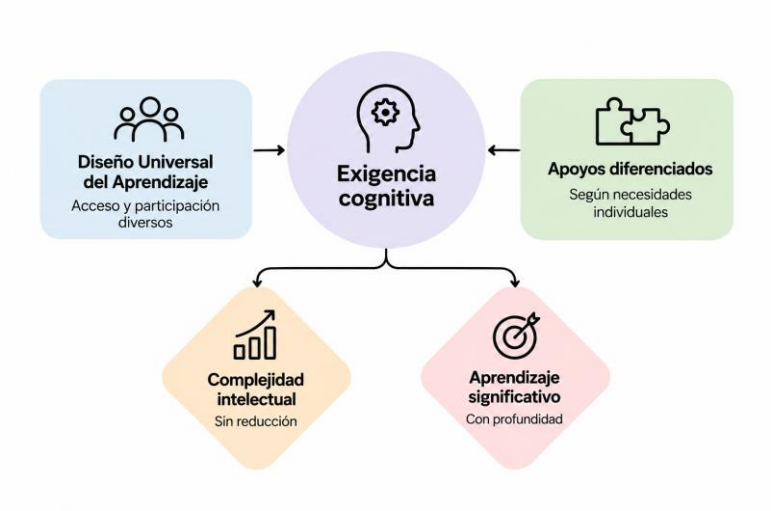
La complejidad intelectual de una actividad depende principalmente de las operaciones cognitivas necesarias para resolverla. Comparar interpretaciones exige reconocer diferencias sustantivas mientras argumentar demanda establecer relaciones justificadas entre afirmaciones y evidencias. Un apoyo accesible puede facilitar la lectura de materiales sin resolver tales operaciones por el estudiante. Conviene distinguir cuidadosamente entre obstáculos derivados del formato y dificultades inherentes al contenido disciplinar. Las primeras pueden reducirse mediante adaptaciones mientras las segundas conservan valor educativo propio.

La regulación de los apoyos requiere considerar el momento del aprendizaje y la experiencia acumulada por cada estudiante. Una orientación detallada puede resultar pertinente durante el acercamiento inicial a procedimientos desconocidos. Posteriormente, mantener idéntica asistencia podría limitar las oportunidades de actuación independiente. La retirada gradual de determinadas ayudas permite observar avances reales en la comprensión. Tal regulación demanda sensibilidad docente para reconocer cuándo una dificultad requiere mediación adicional y cuándo conviene preservar el esfuerzo intelectual personal.

El riesgo de dependencia cognitiva merece atención cuando la inteligencia artificial proporciona respuestas completas antes de que el estudiante intente elaborar una solución. Barcaui (2025) aborda dicha preocupación mediante un estudio experimental centrado en la retención del conocimiento. Desde una perspectiva pedagógica, la facilidad operativa debe examinarse junto con sus posibles consecuencias sobre el aprendizaje. Una actividad aparentemente exitosa puede ofrecer evidencias limitadas de comprensión cuando gran parte del procesamiento intelectual permanece externalizado.

La exigencia cognitiva tampoco debe confundirse con acumulación de tareas ni con dificultades innecesarias. Una actividad extensa puede demandar escasa elaboración conceptual mientras un problema breve puede requerir razonamientos de considerable profundidad. El criterio pedagógico reside en identificar las operaciones intelectuales que justifican el esfuerzo solicitado. Cuando los apoyos eliminan barreras ajenas al propósito formativo, permiten concentrar recursos cognitivos en aquello que verdaderamente necesita comprenderse y fortalecen la participación académica de estudiantes diversos.

Figura 11
Exigencia cognitiva y apoyos diferenciados



La personalización mediante inteligencia artificial permite ajustar explicaciones y secuencias de trabajo según necesidades observadas durante la actividad educativa. Sin embargo, dicha adaptación requiere preservar referentes compartidos de calidad intelectual. Dos estudiantes pueden recibir orientaciones diferentes y enfrentar criterios equivalentes de profundidad argumentativa. La equidad educativa depende de reconocer diferencias en las condiciones de aprendizaje sin convertirlas en expectativas

académicas desiguales. Mantener tal equilibrio exige decisiones docentes fundamentadas en evidencias del desempeño individual.

La evaluación de experiencias educativas con inteligencia artificial necesita distinguir entre desempeño asistido y aprendizaje efectivamente consolidado. Barcaui (2025) sitúa la retención de conocimientos como una variable relevante para examinar el uso de apoyos generativos. En consecuencia, resulta pertinente observar qué capacidades permanecen disponibles cuando disminuye la intervención tecnológica. Las producciones académicas pueden complementarse con explicaciones personales y aplicaciones independientes que permitan reconocer la profundidad alcanzada en el procesamiento de contenidos disciplinares.

La articulación entre exigencia cognitiva y Diseño Universal para el Aprendizaje demanda una concepción de accesibilidad comprometida con la formación intelectual. Los apoyos diferenciados adquieren valor cuando amplían las posibilidades de enfrentar problemas significativos y desarrollar capacidades transferibles. La inteligencia artificial ofrece recursos para ajustar condiciones de participación, pero su incorporación requiere criterios pedagógicos que protejan la profundidad del aprendizaje. La inclusión educativa encuentra mayor consistencia cuando reconoce la diversidad sin renunciar a expectativas intelectuales exigentes.

4.3. Andamiaje algorítmico decreciente: diseño de interacciones que favorecen el esfuerzo productivo y la independencia progresiva

El andamiaje algorítmico decreciente constituye una estrategia pedagógica orientada a regular la intervención de la inteligencia artificial durante el desarrollo de capacidades intelectuales. Su fundamento reside en proporcionar ayudas ajustadas a necesidades transitorias y disminuirlas conforme

aumenta el dominio del estudiante. La asistencia tecnológica adquiere carácter formativo cuando permite realizar operaciones inicialmente difíciles sin sustituir permanentemente su ejecución personal. Diseñar interacciones educativas bajo tal principio requiere reconocer que aprender también implica afrontar dificultades intelectuales de manera autónoma.

La organización del andamiaje comienza con la identificación de operaciones que requieren acompañamiento temporal. Comprender una consigna compleja puede demandar orientaciones iniciales mientras establecer relaciones conceptuales exige oportunidades de elaboración personal. Los sistemas generativos permiten distribuir ayudas mediante preguntas orientadoras y explicaciones parciales. Su pertinencia depende de conservar espacios para la intervención del aprendiz. Una secuencia cuidadosamente diseñada evita anticipar respuestas completas y favorece que las decisiones intelectuales permanezcan vinculadas con la actividad cognitiva del estudiante.

La descarga cognitiva representa una dimensión relevante para comprender los efectos de la asistencia algorítmica sobre el aprendizaje universitario. Jiang y Chen (2026) examinan el uso de inteligencia artificial como recurso para externalizar determinadas operaciones cognitivas entre estudiantes de educación superior en China. Su objeto de investigación permite considerar la distribución del esfuerzo entre persona y tecnología. Desde una perspectiva pedagógica, dicha distribución requiere atender qué procesos pueden delegarse temporalmente y cuáles necesitan ejercitarse para desarrollar independencia intelectual.

El carácter decreciente del andamiaje exige establecer transiciones reconocibles entre diferentes grados de asistencia. Durante una fase inicial, el sistema puede presentar orientaciones específicas que faciliten comprender procedimientos desconocidos. Posteriormente, las intervenciones pueden transformarse en preguntas abiertas que demanden mayor elaboración personal. En

una etapa avanzada, la ayuda podría limitarse a ofrecer retroalimentación después del intento independiente. La progresión adquiere sentido cuando responde a evidencias de aprendizaje y evita retirar apoyos de manera prematura.

El esfuerzo productivo aparece cuando una dificultad exige reorganizar conocimientos y ensayar procedimientos sin impedir la continuidad del aprendizaje. No toda incertidumbre posee valor formativo ni cualquier intervención tecnológica favorece la comprensión. Una ayuda excesiva puede resolver anticipadamente aquello que el estudiante necesita descubrir mediante razonamiento propio. Por el contrario, una orientación insuficiente puede provocar abandono. El diseño pedagógico requiere reconocer dicho equilibrio mediante observación del desempeño y ajustes sensibles a las necesidades individuales.

La interacción con sistemas generativos puede organizarse mediante solicitudes que promuevan intentos personales antes de recibir asistencia adicional. Por ejemplo, el estudiante puede presentar una hipótesis preliminar y pedir preguntas que permitan examinar sus fundamentos. Tal procedimiento mantiene activa su participación durante la resolución. Jiang y Chen (2026) estudian la descarga cognitiva apoyada en inteligencia artificial dentro de la educación superior. Su enfoque permite situar la delegación de operaciones mentales como asunto relevante del diseño educativo.

La retirada gradual de ayudas necesita apoyarse en indicadores observables de dominio intelectual. La capacidad de explicar procedimientos sin orientación inmediata puede revelar avances distintos de aquellos expresados mediante respuestas correctas obtenidas con asistencia. También resulta pertinente examinar la transferencia de aprendizajes hacia problemas que presentan condiciones nuevas. Cuando el estudiante logra reorganizar conocimientos ante situaciones desconocidas, existen razones pedagógicas para disminuir determinadas intervenciones

algorítmicas y ampliar sus oportunidades de actuación independiente.

El Diseño Universal para el Aprendizaje aporta una consideración necesaria al carácter decreciente del acompañamiento tecnológico: los ritmos de independencia pueden variar entre estudiantes. Una reducción uniforme de apoyos podría desconocer diferencias en experiencias previas y condiciones de participación. La progresión necesita responder al desempeño individual sin modificar las capacidades intelectuales que se pretende desarrollar. Algunas personas requerirán mediaciones prolongadas para acceder a determinados procedimientos mientras otras podrán avanzar tempranamente hacia formas de resolución autónoma.

La regulación del andamiaje también involucra decisiones sobre las funciones que conviene mantener disponibles durante actividades avanzadas. Determinados recursos de accesibilidad pueden conservarse permanentemente porque facilitan la participación sin reemplazar operaciones intelectuales relevantes. En cambio, las orientaciones que resuelven pasos centrales del razonamiento necesitan reconsiderarse conforme aumenta el dominio. La investigación de Jiang y Chen (2026) sobre descarga cognitiva proporciona un referente temático para examinar la relación entre asistencia tecnológica y ejercicio mental personal.

La independencia progresiva adquiere significado educativo cuando el estudiante reconoce las capacidades desarrolladas mediante experiencias de asistencia regulada. El andamiaje algorítmico puede contribuir a dicha formación si sus intervenciones responden a necesidades identificables y disminuyen ante evidencias de dominio. La permanencia de recursos accesibles resulta compatible con una participación intelectual cada vez más autónoma. Desde tal perspectiva, el diseño educativo conserva la responsabilidad de establecer condiciones

para aprender sin convertir la ayuda tecnológica en dependencia permanente.

4.4. Pensamiento crítico y alfabetización algorítmica: verificación de evidencias, detección de sesgos y cuestionamiento de respuestas generadas

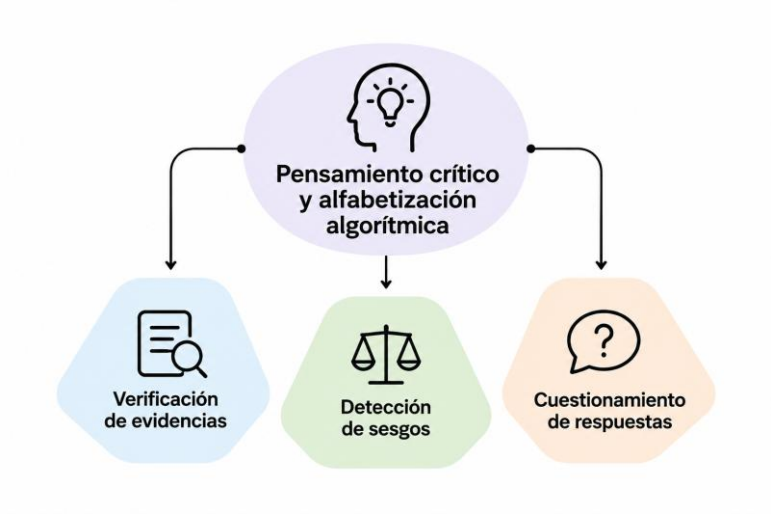
El pensamiento crítico adquiere nuevas exigencias cuando la inteligencia artificial generativa interviene en la producción y circulación de información académica. La alfabetización algorítmica permite comprender que las respuestas automatizadas proceden de procesos computacionales cuyas operaciones no garantizan exactitud factual ni neutralidad interpretativa. Su desarrollo educativo requiere examinar las condiciones de generación del contenido y reconocer sus limitaciones. La formación universitaria necesita incorporar prácticas de valoración argumentativa que permitan distinguir entre afirmaciones plausibles y conocimientos respaldados por evidencias verificables.

La verificación de evidencias constituye una práctica intelectual indispensable frente a contenidos generados mediante modelos lingüísticos. Una afirmación académica requiere correspondencia con fuentes identificables y procedimientos de comprobación pertinentes al campo disciplinar. La presencia de referencias bibliográficas no garantiza su autenticidad ni demuestra que respalden las ideas atribuidas. Por ello, resulta necesario examinar documentos originales y contrastar interpretaciones. La alfabetización algorítmica adquiere profundidad cuando transforma la consulta tecnológica en una actividad de indagación fundamentada y responsable.

La evaluación del pensamiento crítico en experiencias universitarias mediadas por inteligencia artificial demanda reconocer capacidades que exceden la identificación de respuestas correctas. Sandoval Perdomo y Juárez Hernández (2026) abordan dicha cuestión mediante el diseño de un instrumento orientado a

valorar el pensamiento crítico en educación superior. Su trabajo sitúa la evaluación de capacidades intelectuales dentro de las preocupaciones pedagógicas asociadas con tecnologías generativas. Dicha perspectiva permite examinar la calidad de los razonamientos desarrollados durante actividades académicas.

Figura 12
Pensamiento crítico y alfabetización algorítmica



La detección de sesgos algorítmicos requiere comprender que los sistemas generativos pueden reproducir representaciones desiguales presentes en sus datos de entrenamiento. Determinadas respuestas privilegian perspectivas culturales dominantes o presentan interpretaciones parciales como conocimientos ampliamente aceptados. Reconocer tales tendencias demanda examinar qué voces aparecen representadas y cuáles permanecen ausentes. La educación crítica necesita promover una lectura atenta de los contenidos automatizados para identificar generalizaciones injustificadas y valorar sus posibles consecuencias sobre la comprensión de realidades diversas.

El cuestionamiento de respuestas generadas comienza cuando el estudiante reconoce que una formulación coherente puede contener errores conceptuales o relaciones causales insuficientemente fundamentadas. Examinar una explicación implica identificar afirmaciones centrales y contrastar sus fundamentos con conocimientos disciplinares. También requiere reconocer contradicciones internas y distinguir hechos comprobables de interpretaciones discutibles. Una pregunta bien formulada puede revelar limitaciones que permanecían inadvertidas. La interacción educativa adquiere profundidad cuando permite revisar críticamente los argumentos ofrecidos por el sistema generativo.

La alfabetización algorítmica también involucra comprender los límites de transparencia de los modelos generativos. Conocer principios generales de funcionamiento no permite reconstruir necesariamente las operaciones que originaron una respuesta particular. Tal limitación exige prudencia al atribuir intenciones o explicaciones causales al comportamiento tecnológico. Sandoval Perdomo y Juárez Hernández (2026) sitúan el pensamiento crítico mediado por inteligencia artificial como objeto de evaluación educativa. Dicha orientación refuerza la pertinencia de observar prácticas verificables de análisis argumentativo.

El Diseño Universal para el Aprendizaje permite abordar la alfabetización algorítmica mediante diferentes formas de acceso a las evidencias y de expresión del juicio crítico. Algunos estudiantes pueden examinar fuentes mediante recursos auditivos mientras otros necesitan representaciones visuales para identificar relaciones argumentativas. La diversidad de medios no modifica la necesidad de fundamentar las interpretaciones. Una práctica educativa accesible debe garantizar oportunidades equivalentes para reconocer errores y cuestionar afirmaciones mediante

procedimientos compatibles con distintas condiciones de participación académica.

La evaluación de fuentes generadas o recomendadas por inteligencia artificial demanda criterios explícitos de pertinencia y confiabilidad. Resulta necesario considerar la procedencia documental y la relación entre las evidencias disponibles y las conclusiones presentadas. También conviene examinar posibles conflictos de interés y diferencias entre publicaciones académicas y materiales divulgativos. Tales operaciones requieren conocimiento disciplinar y atención a las características de cada fuente. Su ejercicio permite desarrollar juicios fundamentados ante información abundante y frecuentemente heterogénea.

La valoración del pensamiento crítico necesita atender los procesos mediante los cuales el estudiante identifica problemas y fundamenta sus decisiones interpretativas. Una producción académica puede presentar conclusiones pertinentes sin revelar las operaciones intelectuales desarrolladas durante su elaboración. Sandoval Perdomo y Juárez Hernández (2026) contribuyen a dicha discusión al proponer el diseño de un instrumento de evaluación específico para educación superior mediada por inteligencia artificial. La evaluación requiere evidencias que permitan reconocer capacidades analíticas efectivamente ejercidas.

La formación crítica frente a sistemas generativos requiere integrar la verificación documental y el reconocimiento de sesgos en prácticas académicas habituales. Tales capacidades adquieren significado cuando acompañan la lectura y la investigación en diferentes disciplinas. La alfabetización algorítmica contribuye a establecer relaciones intelectualmente responsables con tecnologías capaces de producir explicaciones convincentes. Su desarrollo educativo demanda oportunidades sostenidas para examinar evidencias y formular objeciones fundamentadas ante respuestas cuya apariencia de precisión puede ocultar limitaciones relevantes.

4.5. Evaluación auténtica en entornos de IA: trazabilidad del razonamiento, transferencia del conocimiento y demostración de competencias

La evaluación auténtica adquiere particular relevancia en entornos educativos donde la inteligencia artificial generativa participa en la elaboración de productos académicos. Su propósito consiste en reconocer competencias mediante actuaciones que requieren interpretar situaciones y justificar decisiones. La calidad de una respuesta terminada resulta insuficiente para determinar el aprendizaje alcanzado cuando intervienen herramientas automatizadas. Por ello, las experiencias evaluativas necesitan ofrecer evidencias del desempeño intelectual del estudiante ante problemas vinculados con prácticas disciplinares y profesionales reconocibles.

La trazabilidad del razonamiento permite reconstruir las decisiones intelectuales que intervienen durante una actividad académica. Registrar hipótesis iniciales y modificaciones argumentativas ofrece información sobre el desarrollo de una interpretación. Dichos registros adquieren valor cuando muestran relaciones entre evidencias examinadas y decisiones adoptadas. La documentación del proceso requiere criterios claros para evitar convertir cada operación en una obligación administrativa. Su utilidad pedagógica reside en hacer visibles momentos significativos de elaboración conceptual que permanecerían ocultos en el producto entregado.

La incorporación de inteligencia artificial en las evaluaciones plantea diferencias entre la percepción estudiantil del desempeño y los criterios aplicados por quienes valoran los trabajos. Fischer et al. (2024) examinan dicha relación mediante el contraste entre afirmaciones de estudiantes y evaluaciones realizadas por docentes evaluadores. Su investigación permite reconocer la pertinencia de analizar ambas perspectivas. La

valoración académica requiere establecer referentes compartidos que permitan interpretar los productos generados con asistencia tecnológica y las competencias demostradas.

La transferencia del conocimiento constituye una evidencia especialmente significativa cuando el estudiante enfrenta situaciones distintas de aquellas utilizadas durante su aprendizaje. Resolver un problema conocido puede depender de procedimientos previamente ensayados mientras una situación novedosa exige reconocer principios aplicables y reorganizar recursos conceptuales. Las actividades evaluativas necesitan incorporar variaciones que permitan observar dicha capacidad. La inteligencia artificial puede formar parte del entorno de trabajo, aunque corresponde determinar qué operaciones intelectuales demuestra efectivamente la persona evaluada.

La demostración de competencias requiere actividades que permitan observar decisiones fundamentadas en condiciones cercanas a prácticas profesionales. Analizar un caso y defender una propuesta mediante evidencias puede revelar capacidades que permanecen invisibles en cuestionarios convencionales. La evaluación auténtica necesita reconocer la relación entre conocimiento disciplinar y actuación situada. En experiencias mediadas por inteligencia artificial, resulta pertinente examinar las razones utilizadas para aceptar o modificar recomendaciones automatizadas y valorar la consistencia de las decisiones personales adoptadas.

La interpretación de evidencias evaluativas exige reconocer que el uso declarado de inteligencia artificial puede diferir de las apreciaciones realizadas por quienes califican los trabajos. Fischer et al. (2024) abordan precisamente el contraste entre afirmaciones estudiantiles y valoraciones de evaluadores en actividades académicas mediadas por tecnologías generativas. Dicha aproximación permite considerar posibles discrepancias interpretativas. Los criterios de evaluación necesitan explicitar qué

actuaciones corresponden al estudiante y qué funciones puede desempeñar legítimamente la asistencia tecnológica utilizada.

El Diseño Universal para el Aprendizaje aporta criterios para diversificar las formas de demostrar competencias sin alterar los resultados intelectuales esperados. Una defensa oral puede resultar adecuada para determinados estudiantes mientras otros expresan mejor sus razonamientos mediante producciones escritas o representaciones multimodales. La equivalencia evaluativa depende de identificar capacidades comunes que puedan observarse mediante diferentes medios. La accesibilidad requiere condiciones que permitan demostrar aprendizajes sin introducir barreras ajenas a las competencias objeto de valoración.

La trazabilidad también plantea responsabilidades relacionadas con la privacidad y el tratamiento de información estudiantil. Conservar versiones de trabajo puede facilitar la interpretación del proceso intelectual, pero registrar indiscriminadamente cada interacción tecnológica introduce riesgos innecesarios. La evaluación requiere seleccionar evidencias pertinentes y establecer condiciones transparentes para su utilización. Conviene distinguir entre documentación pedagógica y vigilancia permanente. El reconocimiento de competencias debe fundamentarse en actuaciones significativas sin convertir la supervisión tecnológica en una condición dominante de la experiencia educativa.

La consistencia de los juicios evaluativos depende de criterios capaces de reconocer diferencias entre productos académicos aparentemente equivalentes. Fischer et al. (2024) examinan las relaciones entre declaraciones estudiantiles y evaluaciones de trabajos en presencia de inteligencia artificial generativa. Su investigación ofrece un referente para considerar la interpretación del desempeño desde perspectivas distintas. Las rúbricas pueden contribuir a explicitar expectativas cuando describen evidencias observables de razonamiento y aplicación del

conocimiento sin reducir la valoración a características superficiales.

La evaluación auténtica en entornos de inteligencia artificial requiere preservar una relación verificable entre aprendizaje y desempeño demostrado. La trazabilidad permite reconocer decisiones intelectuales mientras las actividades de transferencia muestran capacidades aplicables fuera de situaciones previamente conocidas. Los medios de expresión pueden diversificarse conforme a principios de accesibilidad sin modificar las competencias esperadas. Bajo tales condiciones, la evaluación adquiere valor formativo al reconocer conocimientos efectivamente movilizados y responsabilidades asumidas durante la elaboración de respuestas académicas.

4.6. Integridad académica y autorregulación del uso de IA: criterios para distinguir asistencia legítima, delegación cognitiva y sustitución del aprendizaje

La integridad académica adquiere nuevas implicaciones cuando la inteligencia artificial generativa interviene en actividades tradicionalmente vinculadas con el trabajo intelectual individual. Su comprensión requiere examinar las responsabilidades asociadas con el uso de herramientas capaces de producir argumentos y resolver tareas académicas. La honestidad no depende exclusivamente de declarar recursos utilizados. También exige reconocer la correspondencia entre las capacidades demostradas y el aprendizaje efectivamente desarrollado. Tal relación constituye una condición necesaria para preservar la confianza educativa institucional.

La asistencia legítima puede reconocerse cuando una herramienta tecnológica facilita operaciones complementarias sin asumir las responsabilidades intelectuales centrales de una actividad. Revisar aspectos formales de escritura o aclarar instrucciones puede resultar compatible con la producción

académica personal. Sin embargo, la legitimidad depende de los propósitos formativos y de las condiciones establecidas para cada tarea. Una misma intervención tecnológica puede adquirir significados diferentes según las competencias evaluadas y el grado de participación intelectual exigido al estudiante.

La delimitación ética del uso de inteligencia artificial necesita considerar las prácticas reales de escritura y las normas académicas vigentes. Vetter et al. (2024) abordan dicha problemática mediante un estudio de caso sobre generadores de texto e integridad académica. Su investigación propone examinar cuestiones éticas desde condiciones institucionales y prácticas de composición específicas. Tal aproximación permite reconocer que las decisiones sobre asistencia tecnológica requieren criterios relacionados con las actividades concretas y las responsabilidades de sus participantes.

La delegación cognitiva aparece cuando determinadas operaciones intelectuales pasan del estudiante al sistema generativo. Su valoración depende de la función educativa que cumplen las operaciones transferidas. Automatizar una tarea mecánica puede liberar recursos para actividades conceptuales mientras delegar la elaboración de argumentos puede limitar experiencias necesarias de aprendizaje. La distinción requiere identificar qué capacidades pretende desarrollar cada actividad. Sin dicha referencia, resulta difícil determinar cuándo la asistencia tecnológica favorece el trabajo académico y cuándo compromete su propósito formativo.

La sustitución del aprendizaje representa una situación diferente porque el producto académico deja de reflejar las capacidades que debería demostrar quien lo presenta. Puede ocurrir cuando una respuesta generada se entrega sin comprensión suficiente de sus fundamentos o procedimientos. La dificultad ética reside en atribuirse un desempeño intelectual que no corresponde con la participación realizada. Reconocer tal situación exige

atender las condiciones de producción del trabajo y la responsabilidad asumida sobre sus contenidos y resultados académicos.

La autorregulación del uso de inteligencia artificial requiere desarrollar criterios personales compatibles con las normas de integridad institucional. Antes de solicitar asistencia, el estudiante necesita identificar el propósito de la actividad y reconocer qué operaciones debe realizar personalmente. Vetter et al. (2024) examinan las relaciones entre composición textual y ética de los generadores mediante una perspectiva situada. Dicha orientación permite comprender la autorregulación como una práctica vinculada con decisiones concretas y responsabilidades académicas reconocibles.

La transparencia sobre la intervención tecnológica constituye una condición relevante para interpretar adecuadamente las producciones académicas. Declarar herramientas utilizadas puede facilitar la comprensión del proceso de elaboración cuando dicha información resulta pertinente. Sin embargo, una declaración general ofrece evidencias limitadas sobre las decisiones intelectuales efectivamente realizadas. Las instituciones necesitan establecer orientaciones comprensibles acerca de los usos permitidos y las formas apropiadas de reconocimiento. La claridad normativa contribuye a reducir interpretaciones contradictorias entre estudiantes y docentes evaluadores.

El Diseño Universal para el Aprendizaje exige considerar las funciones de accesibilidad al establecer criterios de integridad académica. Determinadas herramientas generativas pueden facilitar la expresión escrita o la comprensión de instrucciones a estudiantes con necesidades diversas. Restringir indiscriminadamente dichos recursos podría generar barreras incompatibles con una participación equitativa. La valoración ética necesita atender la relación entre asistencia y competencia

evaluada. El uso de apoyos accesibles debe distinguirse de intervenciones que reemplazan operaciones intelectuales esenciales.

Tabla 4

Dimensiones pedagógicas para preservar la autonomía intelectual y la exigencia cognitiva en experiencias educativas con inteligencia artificial

Dimensión del capítulo	Criterios pedagógicos y formativos
4.1. Autonomía epistémica del estudiante	Reconocer al estudiante como autor de sus producciones intelectuales. Promover decisiones fundamentadas y responsabilidad sobre la construcción del conocimiento frente a las respuestas generadas por inteligencia artificial.
4.2. Exigencia cognitiva y Diseño Universal para el Aprendizaje	Diferenciar recursos de acceso y participación sin disminuir la complejidad intelectual. Mantener expectativas académicas equivalentes mediante apoyos ajustados a las necesidades individuales.
4.3. Andamiaje algorítmico decreciente	Regular progresivamente la asistencia tecnológica según las evidencias de dominio. Favorecer el esfuerzo productivo mediante orientaciones temporales que permitan desarrollar independencia intelectual.
4.4. Pensamiento crítico y alfabetización algorítmica	Desarrollar capacidades para verificar evidencias y reconocer sesgos. Examinar la confiabilidad de las fuentes y cuestionar las afirmaciones generadas mediante criterios disciplinares fundamentados.
4.5. Evaluación auténtica en entornos de IA	Valorar competencias mediante actuaciones verificables. Documentar decisiones intelectuales y comprobar la transferencia del conocimiento hacia situaciones nuevas mediante procedimientos evaluativos accesibles.
4.6. Integridad académica y autorregulación del uso de IA	Establecer criterios para diferenciar asistencia legítima y delegación cognitiva de sustitución del aprendizaje. Promover transparencia y responsabilidad mediante acuerdos institucionales y decisiones individuales justificadas.

Nota. Elaboración propia a partir de los ejes conceptuales del capítulo 4 y de las contribuciones de Vendrell y Johnston (2026), Barcaui (2025), Jiang y Chen (2026), Sandoval Perdomo y Juárez Hernández (2026), Fischer et al. (2024) y Vetter et al. (2024).

La responsabilidad institucional adquiere relevancia cuando las prácticas de inteligencia artificial presentan variaciones entre disciplinas y actividades académicas. Vetter et al. (2024) proponen una aproximación localizada al examen de cuestiones éticas relacionadas con generadores textuales. Dicha perspectiva permite considerar la pertinencia de acuerdos construidos mediante deliberación entre participantes educativos. Las orientaciones institucionales requieren coherencia y capacidad de adaptación para reconocer diferencias entre tareas sin producir criterios arbitrarios de valoración del trabajo estudiantil.

La integridad académica en experiencias educativas mediadas por inteligencia artificial requiere una relación consciente entre asistencia recibida y responsabilidad intelectual asumida. La autorregulación permite reconocer límites de intervención tecnológica conforme a los propósitos de aprendizaje y las condiciones de cada actividad. Su desarrollo depende de criterios institucionales comprensibles y oportunidades de reflexión sobre prácticas reales. La formación ética adquiere consistencia cuando el estudiante puede justificar sus decisiones y reconocer honestamente las capacidades demostradas.

Capítulo V

Ingeniería didáctica, gobernanza ética y validación del DUA con inteligencia artificial

La incorporación de inteligencia artificial en la educación plantea interrogantes que trascienden la disponibilidad de herramientas digitales. Su presencia modifica las condiciones de planificación y las formas de acompañamiento pedagógico. También obliga a reconsiderar las responsabilidades asociadas con las decisiones educativas. En el marco del Diseño Universal para el Aprendizaje, tales transformaciones requieren una arquitectura didáctica capaz de relacionar diversidad estudiantil y exigencia académica. La calidad de dicha integración depende de decisiones fundamentadas y procedimientos verificables.

La ingeniería didáctica proporciona una perspectiva para organizar las relaciones entre intenciones formativas y recursos tecnológicos. Su aplicación exige comprender que las decisiones pedagógicas adquieren sentido dentro de prácticas institucionales concretas. Fitas (2025) examina las posibilidades de la inteligencia artificial para atender necesidades educativas particulares y superar barreras lingüísticas. Tales aportaciones permiten reconocer oportunidades de inclusión que requieren planificación deliberada. El diseño educativo debe anticipar diferencias individuales sin convertirlas en categorías rígidas de intervención pedagógica.

La construcción de experiencias educativas mediante inteligencia artificial demanda establecer relaciones precisas entre los propósitos de aprendizaje y las posibilidades de mediación tecnológica. Cada decisión afecta las oportunidades de participación y las condiciones de elaboración intelectual. La intervención docente resulta necesaria para determinar qué recursos favorecen la comprensión y cuáles pueden introducir dependencias innecesarias. En tal proceso, la diversidad estudiantil constituye una referencia permanente para organizar actividades que permitan alcanzar aprendizajes compartidos mediante formas diferenciadas de interacción académica.

La formulación de instrucciones para sistemas generativos representa una dimensión particular de la planificación educativa.

Las palabras utilizadas para orientar una herramienta condicionan la pertinencia y accesibilidad de sus respuestas. Lee y Palmer (2025) estudian la ingeniería de instrucciones en educación superior y sus implicaciones para la formación académica. Su contribución permite reconocer que interactuar eficazmente con inteligencia artificial requiere competencias susceptibles de enseñanza. La precisión comunicativa adquiere relevancia cuando interviene en experiencias de aprendizaje diversas.

Figura 13

Estructura pedagógica del DUA con inteligencia artificial



La creciente presencia de sistemas inteligentes introduce nuevas posibilidades de distribución del trabajo educativo. Determinadas operaciones pueden organizarse mediante agentes especializados mientras otras necesitan intervención profesional directa. Borup et al. (2026) examinan el compromiso estudiantil y el acompañamiento académico en entornos virtuales atravesados por inteligencia artificial generativa. Su aportación invita a considerar las relaciones humanas que sostienen los procesos formativos. La coordinación tecnológica necesita preservar

responsabilidades reconocibles y condiciones de comunicación accesibles para quienes participan.

La disponibilidad de información sobre las actividades estudiantiles amplía las posibilidades de comprender procesos educativos complejos. Sin embargo, los registros digitales requieren interpretaciones que reconozcan las limitaciones de cualquier representación cuantitativa. Gutierrez et al. (2026) investigan procedimientos de analítica del aprendizaje vinculados con inteligencia artificial federada y explicable. Su trabajo permite examinar alternativas técnicas orientadas a proteger información personal. La utilización pedagógica de evidencias demanda criterios transparentes y respeto por los derechos de cada estudiante.

La gobernanza ética adquiere relevancia cuando las decisiones tecnológicas producen consecuencias sobre las oportunidades educativas. Las instituciones necesitan establecer responsabilidades y procedimientos para examinar intervenciones automatizadas. La transparencia requiere que docentes y estudiantes comprendan las condiciones de utilización de las herramientas. También importa disponer de mecanismos para cuestionar resultados y corregir decisiones inadecuadas. La responsabilidad profesional permanece vinculada con el juicio pedagógico, incluso cuando determinadas operaciones se desarrollan mediante sistemas de funcionamiento parcialmente autónomo.

La evaluación de intervenciones educativas mediadas por inteligencia artificial exige ampliar la mirada sobre los resultados académicos. Ateeq et al. (2024) analizan las implicaciones de dicha tecnología para la integridad académica y el desarrollo de enfoques evaluativos holísticos. Su planteamiento permite considerar dimensiones relacionadas con participación y elaboración intelectual. La valoración pedagógica necesita reconocer avances y posibles efectos adversos. Los indicadores adquieren utilidad

cuando permiten examinar experiencias reales y fundamentar modificaciones pertinentes en las prácticas educativas.

La validación de propuestas pedagógicas requiere contrastar sus fundamentos con evidencias obtenidas mediante aplicaciones educativas concretas. Nikolic et al. (2024) investigan las capacidades de diferentes herramientas generativas frente a evaluaciones universitarias de ingeniería. Su trabajo permite reconocer la importancia de examinar las consecuencias académicas de incorporar tecnologías capaces de producir respuestas complejas. La construcción de modelos educativos necesita procedimientos de comprobación que permitan identificar limitaciones y determinar condiciones razonables para su aplicación en instituciones diversas.

El presente capítulo aborda la ingeniería didáctica y la gobernanza ética como dimensiones relacionadas con la construcción de experiencias educativas inclusivas. Su desarrollo examina la articulación de decisiones pedagógicas y capacidades tecnológicas mediante criterios de accesibilidad y responsabilidad profesional. La atención se dirige también hacia la interpretación de evidencias y la validación de intervenciones. Desde el DUA, interesa establecer condiciones que permitan integrar inteligencia artificial sin debilitar la autonomía estudiantil ni las exigencias intelectuales del aprendizaje.

5.1. Codiseño de experiencias educativas inclusivas: articulación entre objetivos de aprendizaje, variabilidad estudiantil y capacidades de la IA

El codiseño de experiencias educativas inclusivas exige comprender la enseñanza como una construcción compartida entre docentes, estudiantes y sistemas de inteligencia artificial. Su punto de partida reside en definir aprendizajes relevantes que puedan alcanzarse mediante diferentes formas de participación y expresión. La diversidad del alumnado interviene desde la

planificación y orienta decisiones pedagógicas concretas. Bajo tal perspectiva, la IA amplía las posibilidades de diseño cuando sus aportaciones responden a propósitos formativos deliberados y criterios educativos previamente establecidos.

La articulación entre objetivos de aprendizaje y variabilidad estudiantil requiere distinguir los conocimientos esenciales de las condiciones particulares para desarrollarlos. Una competencia puede mantenerse constante mientras cambian los materiales, las actividades o los medios de expresión utilizados. Tal distinción permite conservar la exigencia intelectual sin imponer trayectorias uniformes. El profesorado identifica las operaciones cognitivas que desea promover y determina qué alternativas facilitan su desarrollo. La inteligencia artificial participa mediante propuestas ajustables que requieren interpretación y valoración pedagógica.

El reconocimiento de la variabilidad adquiere profundidad cuando incorpora información sobre experiencias previas, repertorios lingüísticos y preferencias de participación. Tales dimensiones influyen en la relación que cada estudiante establece con las tareas académicas. Fitas (2025) examina las posibilidades de la inteligencia artificial para atender necesidades educativas particulares y reducir barreras lingüísticas. Desde dicha aportación, el codiseño puede incorporar apoyos diferenciados que favorezcan el acceso al conocimiento sin reducir la complejidad conceptual de las actividades propuestas en clase.

La selección de capacidades tecnológicas debe responder a necesidades didácticas identificables. Los modelos generativos pueden elaborar explicaciones alternativas, adaptar estructuras textuales y producir ejemplos vinculados con experiencias cercanas al alumnado. Sin embargo, cada recurso necesita una función definida dentro de la secuencia educativa. Una explicación simplificada puede facilitar el ingreso a un concepto complejo, pero debe conducir progresivamente hacia formulaciones más rigurosas.

Corresponde al docente regular dicha transición y preservar la profundidad del aprendizaje esperado.

El codiseño también transforma la participación estudiantil en las decisiones relativas a su aprendizaje. Cuando los alumnos intervienen en la elección de recursos y modalidades de trabajo, aportan información que difícilmente puede anticiparse mediante perfiles automatizados. Sus preferencias deben contrastarse con las exigencias de cada actividad y con las oportunidades de desarrollo personal. La intervención docente permite convertir tales elecciones en acuerdos formativos razonados. De ese intercambio nacen experiencias más pertinentes y pedagógicamente justificadas.

Una experiencia inclusiva requiere organizar alternativas que mantengan relaciones claras con los resultados esperados. En una actividad de argumentación, por ejemplo, pueden ofrecerse apoyos para planificar ideas, revisar evidencias o estructurar intervenciones orales. La inteligencia artificial facilita la preparación de materiales diferenciados mientras el docente conserva los criterios de calidad argumentativa. El valor pedagógico reside en permitir distintas vías de elaboración intelectual. Cada estudiante debe sostener sus afirmaciones mediante razones comprensibles y suficientemente fundamentadas.

La colaboración entre profesionales adquiere relevancia cuando las decisiones de diseño involucran necesidades educativas heterogéneas. Docentes de distintas áreas y especialistas en apoyo educativo pueden examinar conjuntamente las propuestas generadas mediante inteligencia artificial. Fitas (2025) aborda aplicaciones orientadas a facilitar la inclusión de estudiantes con necesidades específicas y dificultades lingüísticas. Tales aportaciones permiten considerar ajustes relacionados con la comprensión y la comunicación. Su pertinencia depende del conocimiento situado que poseen quienes acompañan cotidianamente los procesos educativos.

Durante la implementación, el codiseño permanece abierto a modificaciones derivadas de la experiencia estudiantil. Las dificultades observadas pueden revelar que una alternativa aparentemente accesible introduce demandas adicionales o limita determinadas formas de participación. Conviene recoger las percepciones del alumnado y examinar sus producciones antes de modificar las actividades. La inteligencia artificial puede contribuir a preparar nuevas versiones de los recursos. La decisión pedagógica requiere reconocer las diferencias entre facilitar una tarea y favorecer su comprensión.

La relación entre personalización y autonomía merece atención durante la elaboración de apoyos educativos. Una herramienta capaz de anticipar respuestas puede resultar útil para orientar determinados procedimientos, aunque también puede desplazar decisiones que corresponden al estudiante. Por ello, el codiseño necesita establecer momentos de intervención tecnológica y espacios de elaboración independiente. La retirada gradual de ayudas permite observar avances reales en el dominio de conocimientos. El propósito consiste en fortalecer capacidades transferibles a situaciones académicas diferentes.

La calidad del codiseño se manifiesta en la correspondencia entre las intenciones educativas y las oportunidades efectivas de aprendizaje. Una propuesta adquiere consistencia cuando sus alternativas permiten alcanzar objetivos comunes mediante esfuerzos intelectuales pertinentes para cada estudiante. La experiencia acumulada por docentes y alumnos aporta criterios para perfeccionar decisiones posteriores. Desde tal comprensión, la inteligencia artificial ocupa un lugar instrumental dentro de una práctica deliberativa que reconoce la diversidad humana y sostiene expectativas académicas compartidas.

5.2. Ingeniería de instrucciones pedagógicas accesibles: diseño de interacciones generativas alineadas con las pautas del DUA

La ingeniería de instrucciones pedagógicas accesibles constituye una práctica de diseño orientada a regular las interacciones entre estudiantes y sistemas de inteligencia artificial generativa. Su desarrollo requiere traducir las intenciones didácticas en indicaciones comprensibles que contemplen diferentes necesidades de aprendizaje. Cada instrucción establece condiciones para producir respuestas pertinentes y utilizables. Desde las pautas del Diseño Universal para el Aprendizaje, dicha práctica permite configurar interacciones flexibles que respeten las capacidades individuales y mantengan expectativas académicas claramente definidas.

La construcción de instrucciones pedagógicas comienza mediante la identificación de la tarea intelectual que debe realizar el estudiante. Antes de formular una petición al sistema generativo, conviene precisar el conocimiento implicado y las características deseables de la respuesta. Lee y Palmer (2025) examinan la ingeniería de instrucciones en educación superior como un campo relevante para el desarrollo de competencias relacionadas con inteligencia artificial. Su aportación permite reconocer la necesidad de enseñar procedimientos explícitos para orientar interacciones académicas.

La accesibilidad de una instrucción depende de su organización lingüística y de la claridad con que comunica las acciones esperadas. Las formulaciones extensas pueden fragmentarse en indicaciones breves que conserven relaciones conceptuales comprensibles. También resulta pertinente definir vocabulario especializado cuando su desconocimiento dificulta interpretar la tarea. La inteligencia artificial puede recibir parámetros para ajustar la presentación de sus respuestas. Tales

decisiones deben facilitar la comprensión sin eliminar términos necesarios para desarrollar conocimientos disciplinares rigurosos.

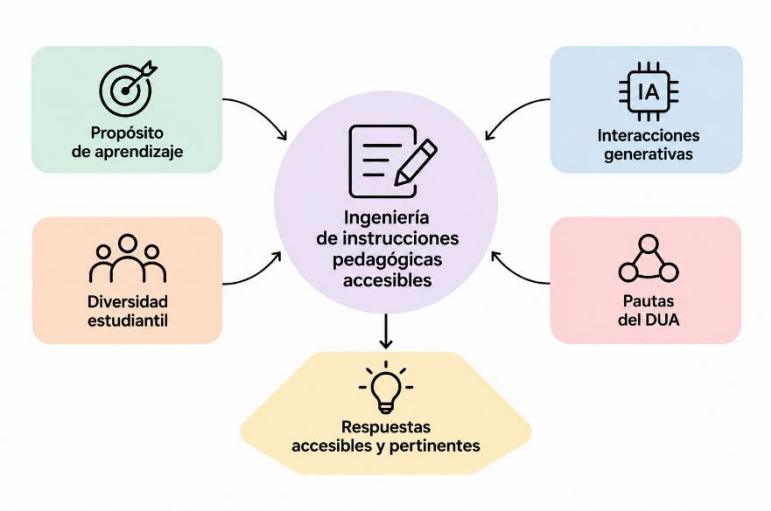
La alineación con las pautas del DUA requiere considerar las diferentes formas de representación durante la formulación de instrucciones generativas. Una petición puede solicitar explicaciones textuales y descripciones estructuradas que faciliten comprender información compleja. También puede establecer relaciones entre conceptos mediante ejemplos próximos a experiencias conocidas. La pertinencia de cada modalidad depende de la naturaleza del aprendizaje previsto. El docente determina qué transformaciones conservan el significado disciplinar y cuáles podrían introducir interpretaciones equivocadas.

Las instrucciones relacionadas con la acción y expresión deben favorecer producciones académicas que evidencien procesos intelectuales verificables. Una interacción generativa puede orientar la planificación de argumentos o proporcionar preguntas para revisar razonamientos. Conviene evitar formulaciones que soliciten respuestas completas cuando la actividad pretende desarrollar elaboración independiente. La ingeniería pedagógica establece límites funcionales para preservar la autoría estudiantil. De tal manera, los apoyos tecnológicos acompañan la construcción de conocimientos sin reemplazar las decisiones cognitivas del aprendiz.

El diseño de interacciones generativas también contempla las condiciones que favorecen la implicación del alumnado. Las instrucciones pueden incorporar opciones de dificultad progresiva y oportunidades para relacionar contenidos con intereses académicos pertinentes. Lee y Palmer (2025) destacan la relevancia educativa de comprender las prácticas de formulación de instrucciones en entornos universitarios. Tal planteamiento permite abordar su enseñanza mediante actividades donde los estudiantes comparen respuestas y reconozcan las consecuencias de sus decisiones comunicativas durante el aprendizaje.

La precisión de las instrucciones adquiere especial importancia cuando una interacción requiere varios intercambios consecutivos. En lugar de concentrar todas las demandas en una petición extensa, pueden organizarse secuencias que permitan revisar resultados parciales. Cada intervención aporta información para orientar la siguiente respuesta del sistema. El docente puede establecer preguntas de comprobación y condiciones para solicitar aclaraciones. Tal organización facilita detectar dificultades de comprensión antes de que afecten el desarrollo completo de la actividad.

Figura 14
Diseño de instrucciones generativas accesibles



La elaboración de instrucciones reutilizables requiere documentar sus componentes y condiciones de aplicación. Resulta conveniente registrar el propósito educativo y las características de respuesta esperadas para facilitar su adaptación posterior. Una misma estructura puede emplearse en diferentes asignaturas mediante modificaciones relacionadas con el contenido disciplinar. Sin embargo, la reutilización necesita revisión pedagógica. Las formulaciones que funcionan adecuadamente en determinada

actividad pueden producir respuestas poco pertinentes cuando cambian las exigencias cognitivas o las características del alumnado.

La revisión de instrucciones debe atender tanto a la calidad de las respuestas generadas como a la experiencia de quienes interactúan con ellas. Lee y Palmer (2025) ofrecen una revisión sistemática que contribuye a fundamentar la incorporación educativa de competencias vinculadas con la ingeniería de instrucciones. En la práctica docente, conviene examinar si las formulaciones producen explicaciones comprensibles y apoyos adecuados. Las observaciones estudiantiles permiten identificar ambigüedades que requieren ajustes en su redacción.

La ingeniería de instrucciones pedagógicas adquiere madurez cuando forma parte de las competencias profesionales del docente y de las capacidades académicas del estudiante. Su enseñanza requiere ejercitar la formulación de peticiones y la revisión crítica de respuestas generadas. El dominio progresivo de tales procedimientos favorece interacciones conscientes con la inteligencia artificial. Desde las pautas del DUA, su contribución reside en ampliar oportunidades de participación mediante instrucciones accesibles que preserven el razonamiento y la responsabilidad intelectual.

5.3. Orquestación de agentes educativos inteligentes: distribución de funciones, supervisión docente y control de las decisiones automatizadas

La orquestación de agentes educativos inteligentes plantea una forma de organizar recursos automatizados mediante responsabilidades diferenciadas y mecanismos de coordinación pedagógica. Cada agente puede desarrollar operaciones específicas dentro de una arquitectura didáctica concebida por el profesorado. Su funcionamiento requiere delimitar tareas y establecer condiciones de intervención compatibles con los principios del

Diseño Universal para el Aprendizaje. La organización resultante debe permitir que las decisiones educativas permanezcan vinculadas con criterios profesionales y necesidades formativas reconocibles durante cada actividad académica.

La distribución de funciones comienza mediante el análisis de las operaciones que pueden delegarse sin comprometer la responsabilidad educativa. Un agente puede recuperar materiales pertinentes mientras otro organiza recursos de apoyo o identifica dificultades recurrentes en determinadas actividades. La asignación requiere considerar las capacidades técnicas disponibles y las consecuencias de posibles errores. No todas las operaciones necesitan automatización. Algunas demandan interpretación humana por involucrar circunstancias personales o decisiones que afectan directamente las oportunidades de aprendizaje del alumnado.

La coordinación entre agentes requiere establecer relaciones funcionales que eviten duplicaciones y respuestas contradictorias. Un sistema encargado de preparar materiales puede intercambiar información con otro dedicado a verificar requisitos de accesibilidad. Sin embargo, dicha comunicación necesita reglas que determinen qué información puede compartirse y bajo qué condiciones. La arquitectura debe conservar registros comprensibles de las operaciones realizadas. De tal manera, el profesorado dispone de elementos para reconstruir los procesos automatizados y reconocer posibles inconsistencias en su funcionamiento.

La supervisión docente adquiere relevancia cuando los agentes intervienen en actividades relacionadas con el acompañamiento académico. Borup et al. (2026) abordan la participación del alumnado y el apoyo educativo en entornos virtuales atravesados por la inteligencia artificial generativa. Su trabajo permite situar la organización tecnológica dentro de relaciones pedagógicas que requieren atención humana. El

seguimiento profesional debe examinar la pertinencia de las intervenciones automatizadas y reconocer situaciones donde resulte necesaria una comunicación directa con cada estudiante.

La autonomía operativa de los agentes necesita límites definidos según la naturaleza de sus funciones. Determinadas acciones pueden ejecutarse mediante reglas previamente aprobadas, mientras otras requieren autorización docente antes de producir efectos educativos. La generación de materiales admite mayor flexibilidad que la modificación de criterios de evaluación o la asignación de apoyos individualizados. Conviene establecer niveles de autorización proporcionales al alcance de cada decisión. La supervisión adquiere sentido cuando puede intervenir oportunamente y modificar operaciones automatizadas.

El control de las decisiones automatizadas requiere mecanismos que permitan comprender las razones operativas de cada intervención. Los registros deben identificar las instrucciones recibidas y los resultados producidos por los agentes. También conviene documentar las modificaciones efectuadas mediante supervisión humana. Tal procedimiento facilita examinar errores y reconocer patrones de funcionamiento problemáticos. La trazabilidad adquiere valor pedagógico cuando permite justificar decisiones ante estudiantes y profesionales involucrados en procesos educativos compartidos dentro de una institución determinada.

La coordinación de agentes también necesita atender las relaciones de confianza que sostienen el acompañamiento educativo. Borup et al. (2026) sitúan el compromiso del estudiante y el apoyo académico entre las cuestiones relevantes para comprender la educación virtual en tiempos de inteligencia artificial generativa. Desde tal perspectiva, la intervención automatizada debe mantener canales accesibles de comunicación humana. El alumnado necesita identificar cuándo interactúa con

un sistema y quién responde institucionalmente por las orientaciones recibidas.

La evaluación del funcionamiento coordinado requiere observar los efectos de los agentes sobre las actividades educativas reales. La rapidez de respuesta constituye un indicador insuficiente cuando los recursos generados presentan dificultades de comprensión o interfieren con la participación. Conviene examinar la pertinencia de las intervenciones y su relación con los aprendizajes alcanzados. Las evidencias recogidas permiten ajustar responsabilidades y modificar procedimientos. La revisión debe contemplar diferencias entre estudiantes para evitar que una configuración uniforme produzca barreras inadvertidas.

La gobernanza de agentes educativos demanda acuerdos institucionales sobre responsabilidades y procedimientos de intervención. Los equipos docentes necesitan conocer las funciones autorizadas y las condiciones para suspender operaciones que produzcan resultados inadecuados. También corresponde definir mecanismos de revisión cuando una decisión automatizada afecta las oportunidades académicas de determinado estudiante. La responsabilidad institucional permanece vigente aunque las operaciones técnicas se distribuyan entre diferentes sistemas. Ningún agente puede reemplazar las obligaciones profesionales derivadas del ejercicio educativo.

La orquestación pedagógica alcanza coherencia cuando la coordinación tecnológica permanece subordinada a decisiones educativas justificables. Su desarrollo requiere mantener una relación verificable entre las funciones asignadas y los resultados esperados. La experiencia docente permite reconocer cuándo una intervención automatizada contribuye al aprendizaje y cuándo conviene modificarla. Bajo los principios del DUA, la organización de agentes debe favorecer condiciones equitativas de participación mientras conserva espacios efectivos para el juicio profesional y la autodeterminación estudiantil.

5.4. Analítica del aprendizaje inclusiva: interpretación de evidencias, detección de barreras y protección de la privacidad estudiantil

La analítica del aprendizaje inclusiva permite examinar evidencias educativas sin reducir la experiencia estudiantil a indicadores de rendimiento. Su incorporación al Diseño Universal para el Aprendizaje requiere interpretar los datos mediante preguntas pedagógicas previamente formuladas. Los registros digitales muestran determinadas acciones, aunque dejan fuera motivaciones y circunstancias relevantes. Por ello, su lectura necesita integrar observaciones docentes y aportaciones del alumnado. La finalidad consiste en reconocer barreras modificables y orientar decisiones respetuosas con la diversidad educativa.

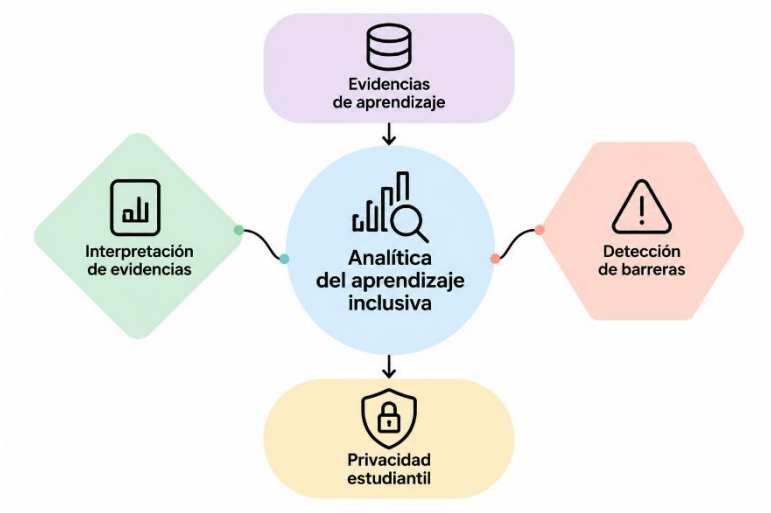
La selección de evidencias comienza por determinar qué aspectos del proceso educativo necesitan comprenderse. Los tiempos de interacción, las revisiones de actividades y las solicitudes de apoyo pueden aportar indicios útiles. Ninguna medida aislada permite establecer conclusiones sobre las capacidades personales. Un periodo prolongado ante una tarea podría expresar reflexión cuidadosa o dificultades de acceso. La interpretación responsable exige contrastar indicadores en distintos momentos y evitar atribuciones que conviertan diferencias legítimas en déficits individuales permanentes.

El análisis de trayectorias requiere distinguir las dificultades originadas por el diseño educativo de aquellas relacionadas con conocimientos todavía en desarrollo. Cuando varios estudiantes abandonan una actividad en el mismo punto, conviene revisar sus instrucciones y condiciones de acceso. Los patrones compartidos pueden revelar obstáculos inadvertidos durante la planificación de enseñanza. También resulta necesario escuchar experiencias particulares que las tendencias agregadas

ocultan. La evidencia adquiere significado cuando conduce a preguntas pertinentes y decisiones susceptibles de revisión.

La protección de la privacidad debe incorporarse desde la definición de los datos necesarios para cada análisis. Gutierrez et al. (2026) investigan enfoques de analítica del aprendizaje orientados a preservar la privacidad mediante inteligencia artificial federada y explicable. Su planteamiento aporta una referencia para considerar arquitecturas que reduzcan la circulación innecesaria de información personal. La utilidad educativa de los registros requiere límites claros de acceso, conservación y tratamiento durante su utilización institucional responsable.

Figura 15
Analítica inclusiva y privacidad estudiantil



La inteligencia artificial explicable puede facilitar la revisión de patrones identificados mediante procedimientos analíticos complejos. Sin embargo, una explicación técnica comprensible no garantiza que la interpretación educativa resulte acertada. Los indicadores pueden reflejar diferencias en conectividad, familiaridad tecnológica o disponibilidad de

dispositivos. Antes de atribuir dificultades al estudiante, corresponde examinar las condiciones de participación. La supervisión docente debe valorar la coherencia entre los resultados analíticos y las evidencias recogidas mediante otras prácticas educativas complementarias.

La detección de barreras requiere procedimientos que permitan actuar sin convertir las alertas automatizadas en etiquetas personales. Una señal de participación irregular puede justificar una conversación pedagógica antes que una clasificación de riesgo. El alumnado debe disponer de oportunidades para explicar circunstancias que los registros desconocen. También conviene revisar posibles diferencias sistemáticas entre grupos. El análisis inclusivo necesita comprobar si sus criterios perjudican a quienes utilizan modalidades alternativas de acceso o expresión académica legítima.

La distribución de responsabilidades sobre los datos exige acuerdos comprensibles para toda la comunidad educativa. Gutierrez et al. (2026) vinculan el estudio del comportamiento exploratorio con técnicas federadas y mecanismos de explicabilidad. Dicha aproximación permite discutir opciones técnicas para analizar información sin concentrar indiscriminadamente registros personales. No obstante, las garantías dependen también de decisiones institucionales. Deben definirse con claridad permisos, periodos de conservación y procedimientos para atender solicitudes legítimas de revisión o corrección de información.

La participación estudiantil aporta una dimensión necesaria para interpretar resultados y valorar prácticas de seguimiento. Conocer qué información se recopila y para qué propósitos favorece relaciones educativas transparentes. Los estudiantes también pueden señalar indicadores que interpretan erróneamente sus formas de trabajo. La consulta debe realizarse mediante procedimientos accesibles y libres de consecuencias

académicas adversas. Cuando las personas comprenden las reglas de tratamiento, resulta posible discutir también sus límites y reclamar modificaciones justificadas ante responsables institucionales.

La validación de modelos analíticos necesita examinar su funcionamiento bajo condiciones educativas diversas. Una herramienta puede identificar patrones frecuentes y fallar ante formas minoritarias de participación. Conviene contrastar sus resultados con evaluaciones pedagógicas independientes y documentar errores relevantes. Las pruebas deben considerar accesibilidad, consistencia y posibles efectos discriminatorios. Además, los procedimientos de revisión necesitan mantenerse periódicamente durante el uso ordinario. La validez inicial pierde valor cuando cambian las actividades o las características de los participantes.

La analítica inclusiva encuentra legitimidad cuando sus resultados permiten mejorar decisiones educativas sin debilitar los derechos estudiantiles. El profesorado necesita evidencias interpretables para revisar materiales y acompañar procesos de aprendizaje. Las instituciones deben garantizar que la información recopilada permanezca vinculada con propósitos legítimos y proporcionales. Bajo el DUA, la evaluación de barreras exige sensibilidad ante experiencias heterogéneas. El conocimiento producido mediante datos adquiere sentido cuando admite revisión, deliberación crítica y responsabilidad humana permanente.

5.5. Evaluación de intervenciones DUA-IA: indicadores de accesibilidad, participación, autonomía, equidad y exigencia cognitiva

La evaluación de intervenciones DUA-IA requiere establecer criterios capaces de reconocer mejoras educativas sin confundir innovación tecnológica con calidad pedagógica. Cada

intervención debe examinarse según los aprendizajes previstos y las condiciones reales de participación estudiantil. Los indicadores permiten documentar resultados, pero necesitan interpretaciones prudentes. Una herramienta puede generar materiales variados y mantener barreras importantes. Por ello, evaluar implica contrastar las oportunidades ofrecidas con las experiencias efectivamente vividas por estudiantes de características y necesidades diversas.

Los indicadores de accesibilidad deben examinar la posibilidad efectiva de percibir, comprender y utilizar los recursos educativos. Conviene observar la compatibilidad con tecnologías de apoyo y la claridad de las instrucciones. También importa comprobar si las alternativas disponibles conservan información relevante. Una adaptación técnicamente correcta puede resultar pedagógicamente insuficiente. Las pruebas directas con estudiantes permiten identificar obstáculos que pasan inadvertidos durante las verificaciones instrumentales y orientar ajustes fundamentados en experiencias concretas de uso cotidiano.

La participación necesita evaluarse mediante evidencias que distingan presencia digital de implicación académica. Registrar accesos o intervenciones ofrece información limitada sobre la calidad del compromiso estudiantil. Resulta más pertinente examinar oportunidades para formular preguntas, sostener intercambios y contribuir a tareas compartidas. Las diferencias individuales impiden imponer una frecuencia uniforme de participación. Una evaluación pedagógica cuidadosa reconoce modalidades discretas de intervención cuando permiten desarrollar aprendizajes y establecer vínculos significativos y duraderos con las actividades propuestas.

La autonomía puede observarse en la capacidad de tomar decisiones justificadas durante el aprendizaje. Interesa conocer si el estudiante identifica cuándo necesita apoyo y cuándo puede prescindir de él. Las intervenciones generativas deben examinarse por su influencia sobre la planificación, la revisión y la

autorregulación. Un desempeño correcto con asistencia permanente ofrece evidencias distintas de una resolución independiente. La evaluación pedagógica necesita registrar dicha diferencia sin penalizar el uso legítimo de recursos educativos accesibles disponibles.

La equidad exige comparar oportunidades educativas sin asumir que un tratamiento idéntico produce resultados justos. Los indicadores pueden examinar diferencias de acceso, permanencia y logro entre grupos estudiantiles. Sin embargo, las comparaciones requieren cautela ante muestras pequeñas o circunstancias heterogéneas. Conviene investigar si determinados apoyos benefician sistemáticamente a unos estudiantes mientras dejan rezagados a otros. La interpretación debe conducir a modificaciones verificables y evitar clasificaciones que refuercen desigualdades previamente existentes dentro del entorno educativo.

La exigencia cognitiva constituye una dimensión indispensable para valorar intervenciones apoyadas por inteligencia artificial. Ateeq et al. (2024) examinan las implicaciones de dicha tecnología para la integridad académica y la transición hacia evaluaciones holísticas. Tal perspectiva permite considerar evidencias del razonamiento y de la elaboración personal. Una actividad accesible debe conservar demandas intelectuales pertinentes. Los criterios de valoración necesitan distinguir entre apoyos educativos que facilitan el trabajo y respuestas automatizadas que reemplazan su realización.

La evaluación integral requiere combinar instrumentos capaces de recoger dimensiones diferentes de una misma intervención. Las rúbricas permiten describir niveles de desempeño mientras las entrevistas recuperan experiencias difíciles de cuantificar. Las observaciones docentes aportan información sobre decisiones y dificultades surgidas durante las actividades. Conviene definir criterios antes de recopilar evidencias. La combinación

metodológica debe responder a preguntas pedagógicas precisas y evitar acumulaciones innecesarias de datos que compliquen el análisis sin mejorar las decisiones pedagógicas posteriores.

El examen de la integridad académica adquiere especial relevancia cuando las producciones estudiantiles incorporan asistencia generativa. Ateeq et al. (2024) plantean una discusión sobre inteligencia artificial y evaluación holística que invita a ampliar las evidencias consideradas. Los procesos de elaboración pueden documentarse mediante borradores, explicaciones orales y revisiones argumentadas. Tales procedimientos permiten valorar la participación intelectual efectiva del estudiante. También requieren criterios transparentes y compartidos para reconocer usos autorizados de herramientas tecnológicas durante tareas evaluativas.

La interpretación de resultados necesita considerar variaciones entre momentos de aplicación y condiciones institucionales. Una mejora observada durante una experiencia breve puede responder a factores ajenos a la intervención. Por ello, conviene establecer referencias iniciales y contrastar evidencias posteriores mediante procedimientos comparables. Las diferencias deben examinarse junto con las percepciones estudiantiles. La evaluación adquiere mayor credibilidad cuando reconoce incertidumbres, documenta limitaciones metodológicas y evita atribuir efectos causales que los datos disponibles no permiten demostrar.

Los resultados de evaluación deben traducirse en decisiones pedagógicas documentadas y abiertas a revisión. Una intervención puede mostrar avances en accesibilidad mientras presenta dificultades relacionadas con autonomía o profundidad intelectual. Reconocer tales tensiones permite ajustar recursos sin ocultar efectos adversos. La valoración institucional necesita incorporar la experiencia estudiantil y el juicio profesional docente. Bajo el DUA, la calidad de la integración tecnológica depende de

evidencias suficientes para sostener oportunidades educativas equitativas y aprendizajes exigentes.

5.6. Construcción y validación de un modelo pedagógico DUA-IA: criterios de implementación, transferibilidad y mejora continua

La construcción de un modelo pedagógico DUA-IA requiere integrar principios educativos y procedimientos tecnológicos dentro de una estructura susceptible de comprobación empírica. Su formulación parte de relaciones explícitas entre propósitos formativos, condiciones de accesibilidad y responsabilidades institucionales. Cada componente necesita una función reconocible y criterios que permitan examinar su desempeño. El modelo adquiere consistencia cuando articula decisiones previamente fundamentadas y ofrece procedimientos aplicables a situaciones educativas diversas sin desconocer sus particularidades culturales y organizativas propias.

La arquitectura del modelo debe establecer relaciones entre planificación curricular, mediación tecnológica y evaluación de aprendizajes. Su representación puede organizarse mediante componentes interdependientes que describan responsabilidades y flujos de información. Conviene distinguir los elementos permanentes de aquellos susceptibles de adaptación institucional. Tal diferenciación permite conservar principios pedagógicos compartidos mientras se modifican recursos operativos. La coherencia interna requiere comprobar que cada procedimiento contribuya a los propósitos educativos declarados y disponga de mecanismos verificables de seguimiento periódico.

La implementación necesita condiciones mínimas relacionadas con infraestructura, formación profesional y disponibilidad de recursos accesibles. Antes de iniciar una experiencia institucional, corresponde identificar capacidades operativas y posibles restricciones presupuestarias. También

conviene definir responsabilidades para atender incidencias técnicas y pedagógicas. La preparación debe considerar diferencias entre áreas disciplinares y niveles educativos. Un modelo viable reconoce las condiciones materiales de aplicación y establece procedimientos proporcionados a los recursos disponibles sin comprometer los derechos del alumnado participante.

La validación inicial puede desarrollarse mediante experiencias piloto cuidadosamente delimitadas. Conviene seleccionar actividades representativas y establecer evidencias comparables sobre su funcionamiento. Nikolic et al. (2024) examinan distintas herramientas generativas frente a evaluaciones universitarias de ingeniería mediante un estudio desarrollado entre instituciones. Su investigación permite reconocer la importancia de contrastar capacidades tecnológicas con exigencias académicas concretas. Desde dicha perspectiva, la validación pedagógica necesita pruebas situadas que permitan identificar resultados favorables y limitaciones observables durante la implementación.

La validez del modelo requiere examinar la correspondencia entre sus fundamentos teóricos y las prácticas desarrolladas. No basta comprobar que los procedimientos se ejecutan conforme a lo previsto. También importa determinar si producen oportunidades educativas compatibles con los principios del DUA. Las evidencias deben permitir identificar contradicciones entre decisiones declaradas y experiencias estudiantiles. La revisión por profesionales de distintas disciplinas puede contribuir a reconocer inconsistencias conceptuales y fortalecer la claridad de los criterios operativos establecidos.

La transferibilidad necesita estudiarse mediante comparaciones entre instituciones con características diferentes. Un procedimiento eficaz en determinado entorno puede encontrar dificultades cuando cambian los recursos disponibles o las prácticas docentes. Conviene documentar condiciones de aplicación y modificaciones realizadas durante cada experiencia. Los resultados

deben interpretarse atendiendo a diferencias curriculares y organizativas. La posibilidad de transferencia aumenta cuando el modelo identifica sus componentes esenciales y establece márgenes razonables para adaptar procedimientos sin alterar sus fundamentos educativos.

La evaluación de riesgos académicos forma parte de las condiciones necesarias para validar el modelo. Nikolic et al. (2024) analizan las implicaciones de diversas herramientas generativas sobre la integridad de las evaluaciones universitarias. Su estudio aporta elementos para examinar la relación entre capacidades automatizadas y autenticidad del desempeño estudiantil. La implementación debe contemplar procedimientos que permitan reconocer aportaciones personales y usos tecnológicos autorizados. Tales criterios necesitan mantenerse explícitos durante las diferentes fases de aplicación institucional.

La mejora continua requiere organizar ciclos de revisión basados en evidencias recogidas durante la implementación. Cada ciclo debe identificar problemas específicos y establecer modificaciones cuya pertinencia pueda comprobarse posteriormente. Las observaciones docentes y las experiencias estudiantiles permiten interpretar resultados que los registros técnicos no explican suficientemente. Conviene conservar versiones documentadas del modelo para reconocer cambios y sus consecuencias. La revisión periódica necesita criterios estables que faciliten comparar avances sin impedir ajustes pedagógicos justificados.

La sostenibilidad institucional depende de incorporar el modelo dentro de procedimientos ordinarios de planificación y desarrollo profesional. Su continuidad requiere responsabilidades definidas y mecanismos de coordinación entre equipos académicos. También necesita recursos para actualizar herramientas y atender nuevas condiciones de accesibilidad. Las decisiones de

mantenimiento deben fundamentarse en evidencias de utilidad educativa.

Tabla 5

Dimensiones pedagógicas y criterios de implementación del Diseño Universal para el Aprendizaje con inteligencia artificial

Dimensión de análisis	**Fundamentos y criterios de aplicación pedagógica**
Codiseño de experiencias educativas inclusivas	Articulación de objetivos de aprendizaje con la variabilidad estudiantil y las capacidades de la inteligencia artificial. Participación docente y estudiantil en la construcción de experiencias accesibles que preserven la exigencia cognitiva.
Ingeniería de instrucciones pedagógicas accesibles	Formulación de instrucciones generativas claras y adaptables conforme a las pautas del DUA. Desarrollo de interacciones que favorezcan la comprensión y la expresión académica sin sustituir el razonamiento autónomo.
Orquestación de agentes educativos inteligentes	Distribución de funciones entre sistemas inteligentes mediante responsabilidades definidas. Supervisión docente y mecanismos de control que garanticen la trazabilidad de las operaciones y la intervención humana en decisiones educativas relevantes.
Analítica del aprendizaje inclusiva	Interpretación de evidencias para identificar barreras de participación y orientar mejoras pedagógicas. Aplicación de criterios de privacidad y transparencia mediante procedimientos de tratamiento responsable de la información estudiantil.
Evaluación de intervenciones DUA-IA	Valoración multidimensional mediante indicadores de accesibilidad y participación. Examen de la autonomía estudiantil y la equidad educativa junto con la exigencia cognitiva y la integridad académica.
Construcción y validación del modelo pedagógico DUA-IA	Integración de fundamentos didácticos y criterios operativos mediante procedimientos de validación empírica. Determinación de condiciones de implementación y transferibilidad institucional mediante ciclos documentados de mejora continua.

Nota. DUA = Diseño Universal para el Aprendizaje; IA = inteligencia artificial; DUA-IA = integración del Diseño Universal para el Aprendizaje con inteligencia artificial. Elaboración propia a partir de las dimensiones desarrolladas en el capítulo 5.

Una implementación dependiente de iniciativas personales puede perder continuidad cuando cambian los responsables o disminuyen los apoyos organizativos previamente disponibles.

La consolidación del modelo DUA-IA requiere mantener abierta la relación entre formulación teórica y experiencia educativa. Su validez debe examinarse mediante resultados documentados y procesos de deliberación profesional. La transferibilidad dependerá de reconocer condiciones que favorecen o limitan su aplicación. La mejora continua permitirá revisar decisiones sin abandonar los compromisos pedagógicos fundamentales. El modelo conservará pertinencia mientras sus procedimientos respondan a necesidades educativas reales y mantengan exigencias académicas compatibles con la diversidad estudiantil.

Conclusiones

La articulación entre el Diseño Universal para el Aprendizaje y la inteligencia artificial permite reconocer nuevas posibilidades para construir experiencias educativas sensibles a la diversidad humana. Su pertinencia depende de decisiones pedagógicas orientadas hacia la participación equitativa y el desarrollo de capacidades intelectuales. La tecnología amplía los recursos disponibles para atender diferencias individuales. Sin embargo, su incorporación requiere fundamentos didácticos que permitan conservar objetivos formativos compartidos y garantizar que la accesibilidad contribuya al aprendizaje significativo de todo el estudiantado.

La personalización algorítmica adquiere valor educativo cuando responde a necesidades reales de aprendizaje y mantiene una relación explícita con los propósitos curriculares. Los perfiles dinámicos permiten ajustar apoyos y organizar trayectorias diferenciadas sin establecer categorías permanentes sobre las capacidades estudiantiles. La flexibilidad metodológica debe acompañarse de criterios académicos comunes. De tal manera, las diferencias en los procedimientos de enseñanza pueden favorecer oportunidades equivalentes de aprendizaje sin producir fragmentación curricular ni limitar el acceso a conocimientos de mayor complejidad.

La accesibilidad mediada por inteligencia artificial requiere comprender las barreras educativas desde una perspectiva integral que reconozca diferencias cognitivas y comunicativas. Las representaciones multimodales amplían las posibilidades de interacción con contenidos académicos y facilitan diversas formas de expresión. Su efectividad depende de preservar la equivalencia conceptual entre formatos. Una adaptación accesible debe mantener el significado disciplinar y permitir que cada estudiante

participe en actividades intelectualmente exigentes mediante recursos compatibles con sus necesidades y posibilidades de aprendizaje.

La autonomía intelectual constituye un criterio indispensable para valorar las intervenciones educativas apoyadas por inteligencia artificial. La disponibilidad inmediata de respuestas puede facilitar determinadas tareas académicas, pero también favorecer la delegación de procesos necesarios para construir conocimiento. Resulta fundamental establecer límites pedagógicos a la asistencia automatizada. El estudiante necesita conservar oportunidades para formular preguntas y contrastar argumentos mediante razonamientos propios. La intervención tecnológica adquiere legitimidad educativa cuando fortalece dichas capacidades y permite ejercer decisiones conscientes sobre el aprendizaje.

El andamiaje inteligente requiere una regulación progresiva que considere tanto las necesidades iniciales del estudiante como su capacidad creciente para resolver problemas. Los apoyos automatizados deben ofrecer orientaciones pertinentes sin anticipar permanentemente las respuestas. La retirada gradual de la ayuda favorece la transferencia de responsabilidad y permite reconocer avances en autonomía. Desde una perspectiva pedagógica, el esfuerzo productivo mantiene su valor formativo cuando las actividades presentan dificultades razonables y proporcionan oportunidades para desarrollar estrategias propias de comprensión.

El pensamiento crítico adquiere especial relevancia ante sistemas generativos capaces de producir explicaciones convincentes que pueden contener errores o interpretaciones insuficientemente fundamentadas. La alfabetización algorítmica debe favorecer una relación reflexiva con los resultados automatizados. Verificar evidencias y reconocer sesgos constituye parte del trabajo intelectual del estudiante. La enseñanza necesita

promover prácticas de argumentación que permitan distinguir información verificable de afirmaciones carentes de respaldo. La inteligencia artificial puede contribuir a dicho propósito cuando sus respuestas permanecen abiertas al cuestionamiento académico.

La evaluación de los aprendizajes requiere procedimientos que permitan reconocer el razonamiento desarrollado durante las actividades académicas. La producción de respuestas correctas resulta insuficiente para determinar el dominio conceptual cuando intervienen herramientas generativas. Es necesario valorar decisiones y procesos de elaboración mediante evidencias observables. La evaluación auténtica permite examinar la transferencia del conocimiento hacia situaciones nuevas y reconocer grados de independencia intelectual. Su aplicación exige criterios transparentes que distingan la asistencia tecnológica legítima de la sustitución del trabajo cognitivo estudiantil.

La gobernanza ética de la inteligencia artificial educativa demanda responsabilidades institucionales claramente definidas y mecanismos de supervisión humana. La protección de datos personales debe acompañar cualquier procedimiento de personalización o analítica del aprendizaje. También resulta necesario examinar posibles desigualdades derivadas de los modelos automatizados. La participación estudiantil en la evaluación de accesibilidad permite identificar barreras que podrían permanecer inadvertidas durante el diseño técnico. Una gestión responsable requiere transparencia y procedimientos de revisión que protejan los derechos educativos.

La construcción de un modelo pedagógico DUA-IA requiere integrar principios de inclusión con criterios operativos de diseño y evaluación. Su implementación debe considerar objetivos curriculares y necesidades estudiantiles mediante procedimientos susceptibles de revisión. Los indicadores de accesibilidad y participación necesitan complementarse con evidencias de autonomía y exigencia cognitiva. La validación del modelo

demanda investigaciones empíricas que permitan examinar sus resultados en diferentes niveles educativos. La transferibilidad dependerá de condiciones institucionales y recursos disponibles junto con la preparación pedagógica del profesorado.

La integración educativa de la inteligencia artificial plantea una responsabilidad compartida respecto al sentido de enseñar y aprender. Las posibilidades tecnológicas adquieren valor cuando amplían la participación sin desplazar el juicio docente ni debilitar la iniciativa estudiantil. La inclusión exige reconocer diferencias y sostener expectativas académicas rigurosas para todas las personas. Desde dicha perspectiva, el Diseño Universal para el Aprendizaje ofrece fundamentos para orientar decisiones pedagógicas responsables. El horizonte formativo permanece vinculado con la construcción autónoma del conocimiento y el ejercicio consciente de la libertad

Referencias Bibliográficas

Almeqdad, Q. I., Alodat, A. M., Alquraan, M. F., Mohaidat, M. A., & Al-Makhzoomy, A. K. (2023). The effectiveness of universal design for learning: A systematic review of the literature and meta-analysis. Cogent Education, 10(1), Article 2218191. https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2218191

Ateeq, A., Alzoraiki, M., Milhem, M., & Ateeq, R. A. (2024). Artificial intelligence in education: Implications for academic integrity and the shift toward holistic assessment. Frontiers in Education, 9, Article 1470979. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1470979

Barcaui, A. (2025). ChatGPT as a cognitive crutch: Evidence from a randomized controlled trial on knowledge retention. Social Sciences & Humanities Open, 12, Article 102287. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102287

Borup, J., Graham, C. R., Archambault, L., Woo, L., Barbour, M. K., Shin, J. K., & Evmenova, A. S. (2026). Online learner engagement and academic support in the age of generative AI. Computers & Education, Article 105763. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2026.105763

Durgungoz, F. C., & Durgungoz, A. (2026). "Interactive lessons are great, but too much is too much": Hearing out neurodivergent students, Universal Design for Learning and the case for integrating more anonymous technology in higher education. Higher Education, 92, 691–710. https://doi.org/10.1007/s10734-024-01389-6

Fischer, I., Sweeney, S., Lucas, M., & Gupta, N. (2024). Making sense of generative AI for assessments: Contrasting student claims and assessor evaluations. The International Journal of Management Education, 22(3), Article 101081. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.101081

Fitas, R. (2025). Inclusive education with AI: Supporting special needs and tackling language barriers. AI and Ethics, 5, 5729–5757. https://doi.org/10.1007/s43681-025-00824-3

Gutierrez, R., Mera-Navarrete, A., Villegas, A. C., Guevara, V., & Villegas-Ch, W. (2026). Privacy-aware learning analytics for exploratory behavior through federated and explainable

AI. Frontiers in Artificial Intelligence, 9, Article 1898699. https://doi.org/10.3389/frai.2026.1898699

Han, Z., Ying, R., Huang, C., Tsai, C.-C., Wang, X., & He, T. (2025). Identifying students' metacognition patterns by their needs for cognitive closure in human-GenAI collaboration. Computers & Education, 239, Article 105422. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105422

Hariyanto, Kristianingsih, F. X. D., & Maharani, R. (2025). Artificial intelligence in adaptive education: A systematic review of techniques for personalized learning. Discover Education, 4, Article 458. https://doi.org/10.1007/s44217-025-00908-6

Jiang, Y., & Chen, H. (2026). AI-based cognitive offloading by students in higher education in China. Computers in Human Behavior: Artificial Humans, 8, Article 100327. https://doi.org/10.1016/j.chbah.2026.100327

Jin, F., Lin, C.-H., & Lai, C. (2025). Modeling AI-assisted writing: How self-regulated learning influences writing outcomes. Computers in Human Behavior, Article 108538. https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108538

Jin, Y. (2025). Bridging the knowledge-skill gap: The role of large language model and critical thinking in education. Computers & Education, 235, Article 105357. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105357

Jones, K. M. L., Asher, A., Goben, A., et al. (2020). "We're being tracked at all times": Student perspectives of their privacy in relation to learning analytics in higher education. Journal of the Association for Information Science and Technology, 71(9), 1044–1059. https://doi.org/10.1002/asi.24358

Lee, D., & Palmer, E. (2025). Prompt engineering in higher education: A systematic review to help inform curricula. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 22, Article 7. https://doi.org/10.1186/s41239-025-00503-7

Li, W., Sun, K., Schaub, F., & Brooks, C. (2022). Disparities in students' propensity to consent to learning analytics. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 32(3), 564–608. https://doi.org/10.1007/s40593-021-00254-2

Liu, M., Zhang, L. J., & Zhang, D. (2025). Enhancing student GAI literacy in digital multimodal composing through development and validation of a scale. Computers in Human Behavior, 166, Article 108569. https://doi.org/10.1016/j.chb.2025.108569

Lluch Molins, L., & Lindín Soriano, C. (2026). The self-regulatory paradox of learning analytics: Student expectations and the conditions for fair algorithmic assessment in higher education. Frontiers in Education, 11, Article 1913278. https://doi.org/10.3389/feduc.2026.1913278

Luo, X., Wang, S., & Hew, K. F. (2026). Development and implementation of a generative AI-based personalized recommender system to improve students' self-regulated learning and academic performance. Computers & Education, 241, Article 105486. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105486

Nikolic, S., Sandison, C., Haque, R., & Neal, P. (2024). ChatGPT, Copilot, Gemini, SciSpace and Wolfram versus higher education assessments: An updated multi-institutional study of the academic integrity impacts of generative artificial intelligence (GenAI) on assessment, teaching and learning in engineering. Australasian Journal of Engineering Education, 29(2), 126–153. https://doi.org/10.1080/22054952.2024.2372154

Pelánek, R. (2025). Adaptive learning is hard: Challenges, nuances, and trade-offs in modeling. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 35, 304–329. https://doi.org/10.1007/s40593-024-00400-6

Qian, K., Liu, S., Li, T., Raković, M., Li, X., Guan, R., Molenaar, I., Nawaz, S., Swiecki, Z., Yan, L., & Gašević, D. (2026). Towards reliable generative AI-driven scaffolding: Reducing hallucinations and enhancing quality in self-regulated learning support. Computers & Education, 240, Article 105448. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105448

Sandoval Perdomo, K., & Juárez Hernández, L. G. (2026). Designing an instrument to evaluate critical thinking in generative AI-mediated higher education. RELIEVE, 32(1). https://doi.org/10.30827/relieve.v32i1.36950

Tian, J., & Zhang, R. (2025). Learners' AI dependence and critical thinking: The psychological mechanism of fatigue and the social buffering role of AI literacy. Acta Psychologica, 260, Article 105725. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105725

Vendrell, M., & Johnston, S.-K. (2026). Scaffolding critical thinking with generative AI: Design principles for integrating large language models in higher education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 10, Article 100572. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2026.100572

Vetter, M. A., Lucia, B., Jiang, J., & Othman, M. (2024). Towards a framework for local interrogation of AI ethics: A case study on text generators, academic integrity, and composing with ChatGPT. Computers and Composition, 71, Article 102831. https://doi.org/10.1016/j.compcom.2024.102831

Wu, H., Yang, H., Chang, F., Zhu, D., & Liu, Z. (2025). AI-generated tactile graphics for visually impaired children: A usability study of a multimodal educational product. International Journal of Human-Computer Studies, 200, Article 103525. https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2025.103525

Xia, Q., Liu, Q., Tlili, A., & Chiu, T. K. F. (2026). A systematic literature review on designing self-regulated learning using generative artificial intelligence and its future research directions. Computers & Education, 240, Article 105465. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2025.105465

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – Where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16, Article 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

Zhao, X., Cox, A., & Chen, X. (2025). The use of generative AI by students with disabilities in higher education. The Internet and Higher Education, 66, Article 101014. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2025.101014

Red de Investigación
Científica y Desarrollo
Tecnológico **Del Pacífico**

"La inteligencia artificial amplía las posibilidades del aprendizaje cuando se diseña desde la **inclusión**, se orienta al desarrollo de la **autonomía** y mantiene la **exigencia cognitiva** como principio irrenunciable."

EDITORIAL SAGA

ISBN: 978-9907-803-85-3