

Innovación Didáctica y Aprendizaje Activo con IA

Rueda Maldonado, Marisela Pilar
Honores Solano, Katherine Nataly
Conza Quezada, María Elena
Gutiérrez Martínez, Jefferson Andree
Yumi Yépez, María Juana
Ontaneda Maldonado, Gina Yesenia
Nieves Valdiviezo, Johanna Yesenia

EDITORIAL
edulearn
Academy SAS



Innovación Didáctica y Aprendizaje Activo con IA



Innovación Didáctica y Aprendizaje Activo con IA

Rueda Maldonado, Marisela Pilar
Honores Solano, Katherine Nataly
Conza Quezada, María Elena
Gutiérrez Martínez, Jefferson Andree
Yumi Yépez, María Juana
Ontaneda Maldonado, Gina Yesenia
Nieves Valdiviezo, Johanna Yesenia

Editorial EduLearn Academy SAS

Website: <https://editorial.edulearn.ec/>

Email: editorial@edulearn.ec

Telf. (+593) 992663228

Machala, Ecuador

Primera edición, 2025

ISBN: [978-9942-7393-7-7](https://doi.org/10.64973/edu.2025.2519)

DOI: <https://doi.org/10.64973/edu.2025.2519>

Distribución online



Esta obra ha sido sometida a un riguroso proceso de evaluación académica bajo la modalidad de doble par ciego, con el fin de garantizar la calidad científica y editorial de su contenido. El texto y las ideas aquí desarrolladas están protegidos por la normativa vigente en materia de propiedad intelectual; queda estrictamente prohibida su reproducción total o parcial, distribución, comunicación pública o cualquier otra forma de utilización no autorizada, en cualquier medio o soporte, ya sea electrónico, mecánico, óptico, de grabación, fotocopia u otros. Toda infracción constituirá una vulneración a los derechos exclusivos de su(s) autor(es) y de la editorial, dando lugar a las acciones legales correspondientes.

Todos los derechos reservados © 2025

Marisela Pilar Rueda Maldonado
<https://orcid.org/0009-0002-4288-5786>

Ingeniera en Contabilidad y Auditoría CPA, con doble maestría en Educación, mención Pedagogía, y en Contabilidad y Finanzas. Cuenta con más de diez años de experiencia en la docencia dentro del sistema educativo formal bajo la supervisión del Ministerio de Educación. Su labor profesional se centra en la enseñanza técnica en el área de Servicios, con especialidad en Contabilidad, dirigida a estudiantes de primero a tercero de bachillerato. Aplica metodologías activas y un enfoque competencial orientado a fortalecer el aprendizaje y la preparación profesional de los futuros bachilleres técnicos.

Katherine Nataly Honores Solano
<https://orcid.org/0009-0000-6989-4944>

Ingeniera en Gestión Empresarial y estudiante de la Maestría en Inteligencia Artificial en Educación. Acumula diez años de experiencia en el campo de la docencia dentro del Ministerio de Educación, específicamente en el Distrito 07D05 (Arenillas, Huaquillas, Las Lajas). Su campo ocupacional se orienta a la enseñanza en el nivel de bachillerato en el área de Servicios, con especialidad en Contabilidad. Además, desarrolla actividades de diseño curricular, capacitación docente y coordinación de programas de nivelación y preparación de postulantes para el acceso a la educación superior.

María Elena Conza Quezada
<https://orcid.org/0009-0002-0842-162X>

Licenciada en Ciencias de la Educación, Profesora de Biología, Química y Ciencias Naturales, con quince años de experiencia en el Ministerio de Educación, dedicada a la formación integral de estudiantes mediante el fomento del pensamiento crítico y los valores éticos en el aula. Sus intereses profesionales se centran en la didáctica de las ciencias naturales, la innovación educativa y el diseño de estrategias pedagógicas inclusivas orientadas a mejorar la calidad del aprendizaje. Comprometida con la mejora continua del sistema educativo ecuatoriano, desempeña su labor en la enseñanza de Ciencias Naturales en la básica superior y Biología en el nivel de bachillerato.

Jefferson Andree Gutiérrez Martínez
<https://orcid.org/0009-0004-2896-9662>

Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Lengua Inglesa y Lingüística, y Magíster en Enseñanza de Inglés como Lengua Extranjera. Cuenta con dos años de experiencia en colegios particulares y cinco años en el Ministerio de Educación, en el Distrito 07D05 (Arenillas, Huaquillas, Las Lajas). Posee certificación ITEP nivel B2. Su labor docente abarca todos los niveles en instituciones privadas, mientras que en el sector público se especializa en la enseñanza de inglés en básica superior y bachillerato. Participa de manera continua en programas de actualización profesional para fortalecer sus prácticas pedagógicas. Su campo ocupacional incluye docencia en educación básica y media en inglés, diseño curricular, capacitación docente, coordinación de programas de inglés y asesoría educativa.

María Juana Yumi Yépez
<https://orcid.org/0000-0002-1211-1651>

Licenciada en Ciencias de la Educación, Profesora de Biología, Química y Laboratorio, con dieciséis años de experiencia profesional en el Ministerio de Educación. A lo largo de su trayectoria, ha contribuido a la formación integral de los estudiantes, promoviendo el pensamiento crítico y la práctica de valores éticos dentro del aula. Sus intereses profesionales se orientan hacia la didáctica de las ciencias naturales, la innovación educativa y el desarrollo de estrategias pedagógicas inclusivas. Comprometida con la mejora continua de la calidad educativa, mantiene un proceso constante de actualización para aportar al fortalecimiento del sistema educativo ecuatoriano. Su campo ocupacional incluye la docencia de Ciencias Naturales en la básica superior y Biología en el nivel de bachillerato.

Gina Yesenia Ontaneda Maldonado
<https://orcid.org/0009-0009-4393-7104>

Licenciada en Administración de Empresas, con quince años de experiencia en el Ministerio de Educación, cinco de ellos en el Distrito 07D06 Santa Rosa y diez en el Distrito 07D05 (Arenillas, Huaquillas, Las Lajas). Participa de manera constante en cursos de actualización para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su campo ocupacional se centra en la docencia de Matemática en todos los niveles de la básica superior y en el bachillerato.

Johanna Yesenia Nieves Valdiviezo
<https://orcid.org/0009-0003-9097-3104>

Licenciado en Ciencias de la Educación con mención en Inglés y Magíster en Enseñanza de Inglés como Lengua Extranjera, con dos años de experiencia en colegios particulares y catorce años en el Ministerio de Educación, actualmente en la Unidad Educativa Sara Serrano de Maridueña del Distrito 07D05 (Arenillas, Huaquillas, Las Lajas). Posee certificación CEFR nivel B2. Su labor docente en instituciones privadas ha abarcado todos los niveles, mientras que en el sector público se especializa en la enseñanza de inglés en la básica superior y el bachillerato. Participa activamente en procesos de capacitación y actualización docente orientados a optimizar las prácticas pedagógicas en el área de inglés. Su campo ocupacional comprende la docencia en inglés en todos los niveles de la básica superior y el bachillerato, así como diseño curricular, capacitación docente, coordinación de programas de inglés y asesoría educativa.

Sinopsis

Innovación Didáctica y Aprendizaje Activo con IA es una guía práctica para planificar, enseñar y evaluar con evidencia en Primaria y Secundaria, integra ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación, Evaluación) con DUA (representación, acción/expresión e implicación) y sitúa la IA como andamiaje, nunca como autora, encontrarás secuencias listas para Lengua, Matemática y Ciencias; pistas graduadas que mantienen la demanda cognitiva; rutas low (baja) /no-tech (nula tecnología) para contextos con conectividad limitada; y rúbricas de 1 página con pre–post equivalentes para tomar decisiones pedagógicas claras.

El libro prioriza la inclusión, la privacidad y la accesibilidad (lectura graduada, alt-text, formatos alternativos), y ofrece plantillas reutilizables: matriz O-A-E, ADDIE×DUA, guías de escenarios y modelos de informe en una página, está escrito para docentes, equipos directivos, coordinación TIC y bibliotecología educativa que desean resultados observables, trazabilidad y mejora continua, cada capítulo propone una acción aplicable hoy y un cierre con indicadores simples para escalar lo que funciona en tu centro.

Palabras clave: *IA educativa; Diseño instruccional; ADDIE; DUA; REA.*

Synopsis

“Didactic Innovation and Active Learning with AI” is a practical guide for planning, teaching, and assessing with evidence in Primary and Secondary Education. It integrates ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation) with UDL (representation, action/expression, and engagement) and positions AI as a scaffold, never as an author. You’ll find ready-to-use sequences for Language, Mathematics, and Science; tiered cues that maintain cognitive demand; low/no-tech pathways for contexts with limited connectivity; and one-page rubrics with equivalent pre–post versions to support clear pedagogical decision-making.

The book centers inclusion, privacy, and accessibility (leveled reading, alt-text, alternative formats) and provides reusable templates: the O-A-E matrix, ADDIE×UDL map, scenario guides, and one-page reporting models. It is written for teachers, school leaders, ICT coordinators, and school librarians seeking observable results, traceability, and continuous improvement. Each chapter ends with an “apply-today” action and a short set of indicators to help scale what works across the school.

Keywords: *Educational AI; Instructional Design; ADDIE; UDL (Universal Design for Learning); OER (Open Educational Resources)*

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: EMPECEMOS: CÓMO USAR ESTE LIBRO Y QUÉ VAS A LOGRAR	16
1.1. Introducción	16
1.2. Propósito, público y resultados esperados	18
1.3. Relación clave ADDIE + DUA + evidencias	21
1.4. Anexos y plantillas	22
1.5. Variante low/no-tech.....	23
CAPÍTULO 2: IA EN LA ESCUELA: USO SEGURO, ÉTICO E INCLUSIVO	29
2.1. Panorama y principios éticos en K-12.....	29
2.2. Políticas escolares y gobernanza.....	32
2.3. Privacidad y protección de datos.....	35
2.4. Equidad y accesibilidad (DUA básico) + Contrato de aula	38
2.5. REA, licencias y checklist de cumplimiento	42
CAPÍTULO 3: DISEÑA TUS CLASES CON ADDIE: PASO A PASO	48
3.1. Fundamentos y flujo ADDIE	48
3.2. Analyze: diagnóstico y objetivos observables	53
3.3. Design: alineación y accesibilidad mínima	57
3.4. Develop: prototipos y control de calidad	61

3.5. Implementar y evaluar: pilotaje, análisis y mejora.....	65
CAPÍTULO 4: DUA EN EL AULA: QUE TODOS PUEDAN APRENDER	72
4.1. Fundamentos DUA y valor educativo	72
4.2. Representación: acceso a la información	76
4.3. Acción y expresión: demostrar el aprendizaje.....	80
4.3. Implicación: motivación, pertenencia y bienestar.....	83
4.5. Evaluación accesible y documentación	87
CAPÍTULO 5: ADDIE + DUA: CÓMO UNIR DISEÑO Y ACCESIBILIDAD EN TU CLASE.....	92
5.1. Matriz ADDIE×DUA.....	92
5.2. Trazabilidad y documentación	97
5.3. Escenarios y ajustes.....	100
5.4. Evidencias integradas y mejora iterativa.....	103
CAPÍTULO 6: LENGUA CON IA: ESCRIBIR Y MEJORAR TEXTOS	107
6.1. Primaria: escritura guiada	107
6.2. Secundaria: argumentación y fuentes.....	111
6.3. Retroalimentación con IA y originalidad	116
6.4. Evaluación y métricas	120
CAPÍTULO 7: MATEMÁTICA CON IA: PENSAR, RESOLVER Y MODELAR.....	125

7.1. Primaria: problemas no rutinarios	125
7.2. Secundaria: modelación con datos locales	129
7.3. Diagnóstico de errores.....	133
7.4. Pistas graduadas y variantes	137
CAPÍTULO 8: CIENCIAS CON IA: INVESTIGAR, EXPERIMENTAR Y EXPLICAR	145
8.1. Preguntas e hipótesis	145
8.2. Diseño experimental y seguridad.....	148
8.3. Análisis y explicación con citas	152
CAPÍTULO 9: TALLER PRÁCTICO: CREA TU SECUENCIA CON NUESTRAS PLANTILLAS	160
9.1. Ruta A (Lengua)	160
9.2. Ruta B (Matemática–Secundaria).....	164
9.3. Ruta C (Ciencias–Mixto)	169
9.4. Validación y reporte	172
ANEXOS, MATRICES Y APÉNDICES	196
Instrucciones de uso rápido	196
ANEXO A · Matriz Objetivo–Actividad–Evidencia (O-A-E) + DUA	
197	
ANEXO B · Matriz ADDIE×DUA	198
ANEXO C · Rúbricas 1 página (plantillas)	200

ANEXO D · Guía de prompts seguros (docente).....	203
ANEXO G · Guía de escenarios (plan B).....	205
APÉNDICE 1 · Storyboard de secuencia.....	207
APÉNDICE 2 · Lista de cotejo de validación pre-pilotaje	208

Índice de Tablas

Tabla 1 Planificación de Aprendizaje Inclusivo con Integración de IA.	197
Tabla 2 Integración del modelo ADDIE con principios DUA y evidencias de aprendizaje	198
Tabla 3 Rúbrica de evaluación de redacción.....	200
Tabla 4 Rúbrica de evaluación de resolución de problemas.....	201
Tabla 5 Rúbrica de evaluación de representación de datos	202
Tabla 6 Estrategias de enseñanza y evidencias según contexto.....	205
Tabla 7 Matriz de seguimiento de resultados de aprendizaje	206
Tabla 8 Plan de actividades por etapa	207

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa conceptual del enfoque pedagógico del libro: IA como catalizadora del aprendizaje activo	17
Figura 2 Mapa del libro y rutas de uso	21
Figura 3 Checklist de arranque para la primera secuencia.....	26
Figura 4 Por qué IA en la escuela: beneficios y cuidados.....	29
Figura 5 Flujo mínimo de privacidad en proyectos con IA	36
Figura 6 Representación de DUA.....	40
Figura 7 Licencias Creative Commons.....	43

Figura 8 Plantilla de matriz O-A-E.....	46
Figura 9 ADDIE: fases y entregables claves	49
Figura 10 Roles y tiempos del ciclo	51
Figura 11 Estructura mínima de repositorio con metadatos	70
Figura 12 Principios DUA con ejemplos de aula.....	73
Figura 13 Cinco indicadores de accesibilidad en DUA	76
Figura 14 Indicadores de accesibilidad en DUA	77
Figura 15 Representación de herramientas con y sin IA.....	82
Figura 16 Representación de carga cognitiva y gamificación responsable	86
Figura 17 Mapa de integración ADDIE×DUA	93
Figura 18 Flujo de estaciones para escritura guiada	108
Figura 19 Opciones de andamiaje de vocabulario (IA y low-tech).....	109
Figura 20 Ciclo de indagación guiada con seguridad y validez.....	123
Figura 21 Rúbrica mínima para problemas no rutinarios.....	126
Figura 22 Representación de variantes isomorfas	139
Figura 23 Plan 30–60–90 para escalar prácticas.....	178
Figura 24 Indicadores observables para seguimiento institucional	180

CAPÍTULO 1: EMPECEMOS: CÓMO USAR ESTE LIBRO Y QUÉ VAS A LOGRAR

«La educación no es preparación para la vida; la educación es la vida misma» Dewey, 2004.

1.1. Introducción

Este capítulo te orienta para entrar con paso firme, verás cómo usar el libro según tu realidad en [país/región], [tipo de centro], [área] y [grado], encontrarás un mapa rápido, reglas mínimas de IA responsable y accesible, y una ruta de arranque para aplicar hoy, también conocerás las plantillas clave: secuencias activas con IA + DUA, rúbricas y pre–post.

El objetivo es ayudarte a hacer sin abrumarte, cada sección propone acciones claras, evidencia mínima y variantes low/no-tech para contextos con (infraestructura) y (recursos) limitados, al final tendrás una lista de verificación y un micro plan.

¿Cómo usarlo? Empieza por el mapa general, elige una ruta acorde a tu rol y tiempo, copia la plantilla ADDIE del Anexo y adapta tres elementos: consigna, evidencia y accesibilidad. Aplica la ruta rápida de 60 minutos para lograr un primer prototipo de actividad, registra tus resultados en la hoja de análisis y guarda evidencias en tu portafolio, si no hay conectividad, usa la variante impresa, este

enfoque es iterativo: prueba algo pequeño, recoge datos y mejora, la meta es avanzar con seguridad e impacto medible.

Figura 1

Mapa conceptual del enfoque pedagógico del libro: IA como catalizadora del aprendizaje activo



Nota: Adaptado por el autor, este esquema resume las relaciones entre innovación, didáctica, IA y participación activa en el proceso de aprendizaje. Fuente. Elaboración propia.

¿Qué lograrás? Claridad de propósito, un caso de aula listo y un método simple para evaluar, trabajaremos con expectativas realistas: la IA acelera, pero tú aportas sentido, calidad y criterios. Mantendremos prácticas de privacidad y accesibilidad mínimas, medirás mejoras con pre–post y usarás rúbricas breves.

Verás ejemplos aplicables en [tipo de centro] diversos, al cerrar este capítulo tendrás un checklist imprimible, tu calendario base (8–12

semanas) y los metadatos editoriales de tu proyecto, empecemos con foco, ética y pequeñas victorias sostenibles.

1.2. Propósito, público y resultados esperados

Para quién es este libro

Está pensado para docentes de Primaria y Secundaria que desean dinamizar clases con IA sin perder rigor; para coordinaciones TIC que buscan estandarizar plantillas y asegurar mínimos de privacidad; y para tutorías/directivos que impulsan mejora con evidencias, ejemplo de aula: en un [tipo de centro] público urbano de [país/ región], [área] Lengua en [grado] 7.º desarrolla un debate, la IA propone contraargumentos graduados.

El grupo selecciona, contrasta fuentes y redacta conclusiones, la docente usa una rúbrica breve y un checklist de accesibilidad, todo se documenta en el portafolio docente.

Problemas que resuelve

Aborda cinco dolores comunes, tiempo limitado: plantillas listas y “acción hoy” reducen preparación, heterogeneidad: DUA con opciones de entrada/salida personaliza sin duplicar trabajo, evaluación válida: pre–post simples y rúbricas alineadas al objetivo observable, accesibilidad: pautas mínimas para representación, acción y participación, privacidad: datos mínimos, consentimiento y borrado seguro.

Todo se ajusta a tu (infraestructura) y (recursos): si hay un solo proyector, se trabaja por estaciones; si la conectividad es intermitente, se activa la variante low/no-tech con materiales impresos y registro manual.

Lo que lograrás

Obtendrás secuencias activas con IA + DUA listas para usar, rúbricas analíticas de una página, un par pre–post por objetivo y una guía básica de análisis para interpretar resultados con t pareado y g de Hedges (sin fórmulas), tendrás un repositorio de REA adaptable y un checklist de privacidad.

La IA se usa como andamio para generar ejemplos, escalar apoyos y proponer preguntas de profundización, documentarás tu intervención con una hoja estándar, lo que facilita compartir, replicar y mejorar, tu aula gana claridad, ritmo y trazabilidad.

Alcance y límites

El libro cubre diseño instruccional práctico (ADDIE), accesibilidad con DUA, IA responsable, evaluación mínima y gestión de evidencias, ofrece rutas low/no-tech y plantillas editables, no profundiza en certificaciones, comparativas exhaustivas de herramientas propietarias ni programación avanzada.

Asumimos tiempos acotados, heterogeneidad habitual y al menos un medio de proyección o impresión, las actividades se adaptan a [país/región], [tipo de centro] y (infraestructura) local, toda salida de

IA se considera borrador hasta la revisión docente y el contraste con fuentes confiables.

Indicadores de éxito

Sabrás que avanzas si observas mejora pre–post en el objetivo elegido; si usas plantillas y adaptas al menos una para tu [área] y [grado]; si integras la secuencia en tu sílabo. Si públicas o compartes tus REA y registras descargas o reutilizaciones; y si mantienes trazabilidad de decisiones y datos, define un hito semanal en tu calendario (8–12 semanas) y registra evidencias con fecha y responsable, acción inmediata.

Elige un objetivo observable de tu próxima clase, duplica la plantilla, ajusta consigna-evidencia-accesibilidad y programa el pre–post, comienza hoy con un primer prototipo.

¿Cómo está organizado y cómo usarlo?

Esta sección te muestra el camino más corto para aprovechar el libro según tu realidad en [país/región], [tipo de centro], [área] y [grado], empieza con un mapa simple por capítulos y continúa con rutas según necesidad, la conexión entre ADDIE, DUA y evidencias, y un resumen de anexos y plantillas.

La idea es que encuentres rápido lo que necesitas, incluso con [infraestructura] y [recursos] limitados, podrás aplicar hoy una primera actividad y dejar listo tu portafolio para medir avances,

mantén a mano las etiquetas acción hoy y evidencia mínima para no perder foco.

Figura 2
Mapa del libro y rutas de uso



Nota. Visión general para elegir ruta según rol/tiempo. Fuente: elaboración propia (CC BY 4.0).

1.3.Relación clave ADDIE + DUA + evidencias

ADDIE te da orden, defines objetivo observable, eliges evidencia y planificas una secuencia mínima, DUA te da opciones, ofreces varias formas de comprender, actuar y participar según necesidades del grupo, la evaluación conecta ambas piezas, el pre mide el punto de partida respecto al objetivo, el post recoge el cambio.

La rúbrica asegura criterios claros, con la hoja de análisis (ver Anexo E), interpretas resultados de forma básica usando t pareado y g de

Hedges sin fórmulas. El ciclo se cierra, analizas datos, ajustas consignas o apoyos y documentas decisiones, así, lo pedagógico guía a la IA, y no al revés.

1.4. Anexos y plantillas

Encontrarás: Plantillas ADDIE (secuencia mínima y variante low/no-tech), rúbricas analíticas de una página, checklist de accesibilidad DUA, hoja de análisis pre–post, modelos de consentimiento y privacidad, y glosario. Para acceder y actualizar en 10 minutos: duplica la carpeta base, renombra con [país/región] [tipo de centro][área][grado][fecha], completa campos obligatorios y marca pendientes.

Si trabajas sin conectividad, usa las versiones imprimibles incluidas, cada plantilla tiene ayudas contextuales y ejemplos, mantén un índice maestro para trazabilidad y comparte tus adaptaciones como REA con licencia abierta indicada en metadatos, esto facilita revisión entre pares y mejora continua.

Evaluación mínima

Diseña 1 ítem pre y 1 ítem post alineados al objetivo, ejemplo para el ciclo del agua:

- Pre: “Subraya en un diagrama dado los procesos que reconoces y nombra dos interacciones”.

- Post: “Construye un diagrama propio con rótulos y explica en 120–150 palabras tres procesos y dos interacciones”.

Crea una rúbrica breve de 3 niveles:

1. Logro alto: procesos e interacciones correctos, explicación clara y vocabulario preciso.
2. Intermedio: un error menor o falta un elemento, explicación comprensible.
3. Inicial: errores conceptuales o explicación incompleta.

Aplica el pre al inicio (5') y el post al cierre (10'), registra resultados en una hoja simple con columnas: estudiante, pre, post, observaciones. Calcula diferencias post-pre y anota patrones para mejorar la siguiente iteración.

1.5. Variante low/no-tech

Si falla la red, cambia herramientas, no objetivos, materiales: fichas impresas de la consigna, set de pistas graduadas, plantillas de diagrama en blanco, rúbrica en papel y una lista de cotejo, la IA se reemplaza con tarjetas de ejemplos preimpresos (tres niveles de dificultad) y bancos de frases.

El registro manual, usa una tabla en cartulina con filas por estudiante

y casillas para pre, post y observaciones; toma fotos al final para tu portafolio. La accesibilidad ofrece letra grande, contrastes altos y opciones de respuesta oral breve registrada por la docencia, gestión del tiempo: 5' activación, 30' tarea por estaciones, 10' post, 10' reflexión, guarda evidencias en carpeta rotulada con [fecha] y [responsable].

IA responsable, privacidad y accesibilidad (mínimos)

Uso responsable

Establece reglas simples y visibles: transparencia (explica cuándo y para qué se usó IA), atribución de fuentes y herramientas, revisión docente obligatoria antes de publicar, y canal de reporte para sesgos o errores, define qué puede proponer la IA (borradores, ejemplos, rúbricas base) y qué queda bajo criterio humano (objetivos, evidencias, calificaciones).

Evita datos sensibles, declara límites del modelo y registra decisiones en la hoja de análisis, alinea estas prácticas con marcos de gobernanza y rendición de cuentas en educación, priorizando una visión humana del aprendizaje (OECD, 2019; UNESCO, 2023).

Privacidad esencial

Aplica datos mínimos: recoge solo lo necesario para aprendizaje y evaluación, gestiona consentimientos informados y fija plazos de resguardo/borrado, asigna responsabilidades claras, como docencia

anonimiza, coordinación TIC custodia, dirección audita, evita nombres completos, rostros o identificadores en sistemas de IA.

Usa seudónimos y plantillas sin datos personales, en [tipo de centro] con [infraestructura] limitada, prioriza versiones offline o impresas y repositorios institucionales controlados, estas prácticas se alinean con lineamientos internacionales sobre políticas de IA y datos (OECD, 2019; UNESCO, 2023).

Accesibilidad DUA básica

Asegura múltiples medios de representación (texto sencillo + audio + visuales con alto contraste), acción/expresión (producto escrito o audio breve; apoyos graduados) e implicación (elección entre dos contextos), ejemplo en [área] [grado]: la IA sugiere tres versiones del mismo problema; el estudiantado elige y explica su estrategia en texto o audio.

Si falla la conectividad, usa tarjetas impresas equivalentes y una rúbrica breve, la evidencia indica que aplicar DUA de manera sistemática favorece inclusión y mejora el desempeño (Almeqdad, 2023).

Expectativas realistas y comunicación

La IA acelera borradores y multiplica ejemplos, pero puede alucinar y reproducir sesgos, sé explícito con el grupo y las familias: toda salida es borrador hasta verificación.

Exige cotejo con fuentes y criterios transparentes, enseña señales de riesgo (afirmaciones sin respaldo, referencias inexistentes, tono excesivamente seguro), establece mitigaciones como, revisión cruzada, contraste con recursos validados y uso de rúbricas, documenta en el portafolio cómo se detectaron y corrigieron errores, fortaleciendo la alfabetización crítica (Bender et al., 2021; Ji et al., 2023).

Checklist de arranque y metadatos editoriales

Checklist imprimible

Usa esta lista para lanzar una secuencia activa con IA en [área] y [grado] dentro de [tipo de centro], incluye campos para control básico.

Figura 3

Checklist de arranque para la primera secuencia

LISTA DE VERIFICACIÓN DOCENTE

<input checked="" type="checkbox"/> OBJETIVO OBSERVABLE	<input checked="" type="checkbox"/> CONSIGNA + EVIDENCIA
<input checked="" type="checkbox"/> PLANTILLA ADDIE (DUPLICADA)	<input checked="" type="checkbox"/> RÚBRICA 1 PÁGINA
<input checked="" type="checkbox"/> 1 PÁGINA	<input checked="" type="checkbox"/> VARANTE LOW/NO-TECH
<input checked="" type="checkbox"/> EVALUACIÓN PRE-POST	<input checked="" type="checkbox"/> AJUSTES DUA
<input checked="" type="checkbox"/> PRIVICIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> CARPETA DE EVIDENCIAS
	<input checked="" type="checkbox"/> CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Nota. Ítems alineados a implementación mínima. Fuente:
elaboración propia.

- Objetivo observable definido (conducta, condición, criterio), (fecha), (responsable).
- Plantilla ADDIE duplicada y renombrada (fecha), (responsable).
- Consigna revisada + evidencia mínima (fecha), (responsable).
- Rúbrica de 1 página alineada al objetivo (fecha), (responsable).
- Pre y post listos (1 ítem cada uno), (fecha), (responsable).
- Variante low/no-tech preparada (materiales impresos), (fecha), (responsable).
- Ajustes DUA (representación, acción/expresión, implicación), (fecha), (responsable).
- Privacidad: datos mínimos, consentimiento, resguardo/borrado, (fecha), (responsable).
- Carpeta de evidencias creada y compartida, (fecha), (responsable).
- Imprime esta página o conviértela en checklist digital con recordatorios semanales.

Calendario 8–12 semanas

Un plan ligero para avanzar con foco, incluso con [infraestructura] y [recursos] limitados.

Semana 1: objetivo observable y diagnóstico breve.

Semana 2: adaptar plantilla ADDIE; definir evidencia y rúbrica.

Semana 3: preparar recursos; diseñar variante low/no-tech.

Semana 4: piloto pequeño (1 grupo/estación); aplicar pre.

Semana 5: iterar consignas y apoyos DUA; preparar post.

Semana 6: implementación completa; recoger evidencias.

Semana 7: aplicar post; registrar diferencias post-pre.

Semana 8: análisis básico; decisiones de mejora.

Semana 9: ajustes de accesibilidad y privacidad; documentación.

Semana 10: compartir REA y rúbricas con el equipo.

Semana 11: retroalimentación de pares y micro mejoras.

Semana 12: cierre del ciclo; plan para la siguiente unidad.

CAPÍTULO 2: IA EN LA ESCUELA: USO SEGURO, ÉTICO E INCLUSIVO

«La tecnología no es buena ni mala; tampoco es neutral»

Kranzberg, 1986.

2.1. Panorama y principios éticos en K-12

Por qué IA en la escuela

La IA aporta variedad, retroalimentación inmediata y andamiajes que favorecen el aprendizaje activo, permite generar ejemplos graduados, detectar ideas previas y ofrecer apoyos diferenciados sin duplicar trabajo docente, sus límites importan, puede alucinar, simplificar en exceso o reproducir sesgos; por eso, toda salida se trata como borrador hasta validación docente (Bender et al., 2021; Ji et al., 2023).

Figura 4

Por qué IA en la escuela: beneficios y cuidados

BENEFICIOS	PRECAUCIONES
 Variedad  Feedback  Andamiajes	 Sesgos  Privacidad  Suanis

Nota. Síntesis de aportes y cautelas mínimas. Fuente: elaboración propia (CC BY 4.0).

En este libro asumimos un uso situado, decisiones pedagógicas primero. La IA como apoyo, no como fin, y donde delimitamos tres ámbitos: clase (secuencias y rúbricas), tarea (ejercitación transparente) y centro (políticas y trazabilidad inspiradas en marcos de gestión de riesgo) (National Institute of Standards and Technology [NIST], 2023).

En [país/ región], un [tipo de centro] con [infraestructura] y [recursos] mixtos puede empezar con una estación y variantes low/no-tech equivalentes.

Principios éticos clave

Aplicaremos cinco principios como reglas operativas, beneficencia: maximizar beneficios educativos; p. ej., la IA sugiere analogías múltiples y el grupo elige, no maleficencia, minimizar daños con filtros y revisión previa, justicia. Además de equidad en acceso y trato; se ofrecen opciones de entrada/salida alineadas con DUA, autonomía y agencia estudiantil.

Se declara el uso de IA y se ofrece alternativa low-tech, explicabilidad, comprender por qué y cómo se generó una salida; se registran prompts y criterios, estas prácticas se conectan con la gobernanza institucional y el ciclo de mejora continua recomendado en marcos de gestión de riesgos (NIST, 2023).

Riesgos habituales

Tres categorías concentran los problemas, primero, los sesgos, con salidas que favorecen o excluyen a subgrupos, se mitigan con ejemplos representativos y rúbricas ciegas (Bender et al., 2021; Weidinger et al., 2022).

Segundo, desinformación/alucinación: respuestas plausibles pero falsas, y se controla con cotejo mínimo y verificación por fuentes confiables (Ji et al., 2023).

Tercero, exposición de datos, con filtración de información personal, y se previene con datos mínimos, seudónimos y repositorios internos, en [tipo de centro] con conectividad inestable, prioriza versiones offline y registra incidentes para aprendizaje organizacional, la combinación de revisión humana, evidencias alineadas y trazabilidad reduce la probabilidad e impacto de fallos.

Reglas mínimas de uso responsable

Define cinco reglas claras, transparencia y atribución, para ello declara herramienta, propósito y límites; registro de uso, guarda prompts, versiones y decisiones con fecha. Además, revisión docente previa, nada se publica o califica sin verificación humana; canal de quejas y correcciones con ruta para reportar sesgos o errores y documentar resoluciones.

Datos mínimos y borrado programado, que especifica qué se recoge, por cuánto tiempo y quién custodia, mantén variante low/no-tech con el mismo objetivo y evidencia, estas reglas se alinean con prácticas de gestión del riesgo y gobernanza de IA para entornos educativos (NIST, 2023).

Indicadores y cierre

Busca señales de adopción responsable: contrato de aula vigente, incidentes registrados y resueltos, evidencias archivadas con trazabilidad, y mejora pre–post en el objetivo.

Revisa mensualmente el registro de prompts y ajusta apoyos DUA según patrones de desempeño, ya que, conecta estos hallazgos con la política escolar y define roles, flujo de aprobación de herramientas y formación continua.

Para guiar el cierre, apóyate en marcos y literatura reciente: NIST AI RMF 1.0 para gobernanza (NIST, 2023), la taxonomía de riesgos (Weidinger et al., 2022), y la evidencia sobre alucinación (Ji et al., 2023) y sesgos (Bender et al., 2021), esto prepara la transición al Tema 1.2 (Políticas escolares y gobernanza).

2.2. Políticas escolares y gobernanza

Propósito y alcance

Una política de IA da coherencia y seguridad al uso pedagógico, define qué se permite, para qué y dónde, como por ejemplo: aula,

tareas, plataformas institucionales y actividades extracurriculares. Cubre a docentes, estudiantes, coordinación TIC y proveedores, establece los objetivos (mejorar aprendizaje con evidencias, reducir riesgos), el marco de gestión (identificación, medición y mitigación de riesgos) y los límites: datos mínimos, revisión humana y variantes low/no-tech.

Adicionalmente, incluye supuestos de [infraestructura] y [recursos] y un calendario de revisión semestral, para el gobierno del riesgo, toma como referencia el NIST AI RMF 1.0 y adapta controles al contexto del [tipo de centro], así, cada decisión tiene propósito, responsable y trazabilidad (NIST, 2023).

Roles y responsabilidades

La dirección aprueba la política, asigna presupuesto y rinde cuentas; coordinación TIC custodia datos, valida integraciones y mantiene el registro de incidentes, es así que, los docentes diseñan tareas, aplican revisión humana y documentan evidencias. Un comité escolar de IA (dirección, TIC, dos docentes, una familia y un estudiante mayor) revisa casos complejos y evalúa métricas de adopción.

Se fija periodicidad, por medio de comité bimestral, informe de incidentes mensual y auditoría ligera al cierre de trimestre, los controles se inspiran en prácticas de gestión del riesgo y mejora

continua: definir riesgos, medidas, responsables y pruebas de efectividad (NIST, 2023; ISO/IEC 42001:2023).

Flujos de aprobación y baja

Para aprobar una herramienta se recomienda seguir los siguientes requerimientos:

1. ficha de uso pedagógico.
2. DPIA básica (datos, finalidades, riesgos, mitigaciones y plazos de borrado)
3. Piloto acotado con criterios de éxito y variante low/no-tech
4. 4) revisión del comité y decisión, para dar de baja: activar plan de salida (exportar datos, notificar, sustituir evidencias), documentar causas y cerrar contratos.

El DPIA facilita decisiones informadas y reduce impactos en derechos, para el enfoque regulatorio y criterios risk-based, puede consultarse análisis recientes del AI Act europeo; para DPIA en la práctica, ver guías académicas (Friedewald et al., 2021; Veale & Zuiderveen, 2021).

Comunicación y formación

La política se explica a familias y estudiantes en formatos de lectura fácil (infografías, ejemplos, pictogramas), incluye un contrato de aula con usos permitidos/no permitidos, atribución y canal de quejas, plan de capacitación con micro talleres mensuales para docentes (diseño

con IA, revisión humana, privacidad), cápsulas de 10 minutos para estudiantes (uso crítico, sesgos) y una guía breve para familias.

En ese mismo orden de ideas, se recomienda publicar todo en el LMS y en tablones físicos, actualiza mensajes tras cada ciclo de pilotaje, para orientar prioridades en sistemas educativos, consulta la guía global de UNESCO sobre IA generativa en educación y los perfiles de riesgo para IA generativa (UNESCO, 2023; NIST, 2024).

2.3. Privacidad y protección de datos

Datos mínimos y finalidades

Parte siempre de minimización, y define qué datos personales son imprescindibles para el objetivo pedagógico y evita todo lo demás (por ejemplo, no capturar rostro ni nombre completo si basta un código). Además, declara la finalidad (aprendizaje, evaluación formativa, mejora de la enseñanza) y la base jurídica aplicable (consentimiento informado o deber educativo, según normativa local).

Establece plazos de conservación, por ejemplo, artefactos identificables hasta cerrar la calificación; luego, anonimiza/pseudonimiza para análisis agregados.

Documenta estas decisiones en una DPIA básica (riesgo/mitigación/responsable), distingue anonimización (fuera del alcance de protección si es efectiva) y pseudonimización (sigue

siendo dato personal), comunica estos límites en lectura fácil a estudiantes y familias, y ofrece alternativa low/no-tech equivalente cuando alguien no consienta el tratamiento ampliado (Friedewald et al., 2021; Rupp & von, 2024).

Figura 5

Flujo mínimo de privacidad en proyectos con IA



Nota. Secuencia sugerida para uso de evidencias. Fuente:
elaboración propia (CC BY 4.0).

Seguridad y acceso

Asegura confidencialidad, integridad y disponibilidad, con cifrado en reposo y en tránsito; control de accesos por rol (docencia, coordinación TIC, dirección). Registros de quién accede y para qué; y borrado/anonimización al final del ciclo.

Prohíbe subir identificadores a herramientas de IA sin evaluación previa; utiliza cuentas institucionales y políticas de retención, define

procedimientos de incidentes (detección, contención, notificación y aprendizaje), para gobernanza, alinea controles con un marco de gestión de riesgos de IA y vincula cada riesgo con medidas verificables y responsables asignados.

Integra estas prácticas en tu política escolar de IA y revisa su eficacia en auditorías ligeras trimestrales (NIST, 2023; Veale & Zuiderveen, 2021).

Alternativas low/no-tech

Cuando la conectividad sea limitada o existan objeciones de tratamiento, usa rutas sin nube ni terceros, con almacenamiento local cifrado en servidores del centro, cuadernos de evidencias en papel con códigos anónimos, y bancos físicos de materiales equivalentes a las tareas con IA (mismos objetivos y rúbricas).

Emplea pseudónimos impresos (código de grupo + número) y listas maestras custodiadas por coordinación TIC, si requieres análisis, digitaliza solo métricas agregadas o productos ya anonimizados. Registra el flujo de datos (quién recoge, dónde se guarda, cuándo se borra) en tu DPIA y en la hoja de análisis del curso. Evalúa periódicamente el riesgo de re-identificación y ajusta la granularidad de los datos publicados (Friedewald et al., 2021; Rupp & von, 2024).

Evidencias y auditoría básica

Establece un kit de trazabilidad, con carpeta por curso con consentimientos, registro de tratamiento (datos/finalidad/base/plazo), accesos y log de incidentes con su resolución. En la docencia, archiva prompts, versiones y decisiones de revisión humana, publica solo evidencias anonimizadas con metadatos mínimos (objetivo, fecha, rúbrica).

Programa una auditoría ligera al cierre de trimestre, y se verifica que los plazos se cumplieron, que los accesos corresponden a roles y que los incidentes derivaron en mejoras. Además, usa un marco de gestión del riesgo de IA para priorizar acciones y medir eficacia de controles (ejemplo, reducción de accesos innecesarios o tiempo de respuesta ante incidentes). (NIST, 2023; Rupp & Von, 2024)

2.4. Equidad y accesibilidad (DUA básico) + Contrato de aula

Detección de sesgos y brechas

Antes de diseñar, observa quién queda fuera, y por tanto, usa indicadores simples como: (1) tasa de error diferencial por subgrupos (género, lengua, apoyos), (2) tiempo extra requerido para comprender consignas, (3) representatividad de nombres, contextos e imágenes, y (4) accesibilidad técnica real (lectores de pantalla, contraste, subtítulos).

En [país/región], un [tipo de centro] con [infraestructura] limitada puede correr una mini-auditoría para tomar una tarea y contar cuántos ejemplos incluyen diversidad cultural/lingüística y cuántas salidas admiten texto/audio/visual.

De manera similar, registra brechas en una hoja breve y prioriza dos ajustes por ciclo, el marco DUA ofrece una base sólida para detectar y reducir barreras en contextos auténticos (Almeqdad, 2023).

Medidas de mitigación

Aplica una cadena corta de salvaguardas: revisión humana de cada salida clave; ejemplos representativos (al menos tres variantes) y datos mínimos en prompts. Rúbricas analíticas claras para reducir variación entre docentes; y, cuando aplique, calificación ciega para bajar sesgos de reconocimiento.

Añade control de lectura (nivel de legibilidad y glosario) y pruebas piloto con 3–5 estudiantes de perfiles distintos, documenta qué cambiaste y por qué la evidencia sugiere que rubricas de calidad disminuyen la variación entre calificadores, mejorando la equidad de la evaluación en educación (Chakraborty et al., 2021).

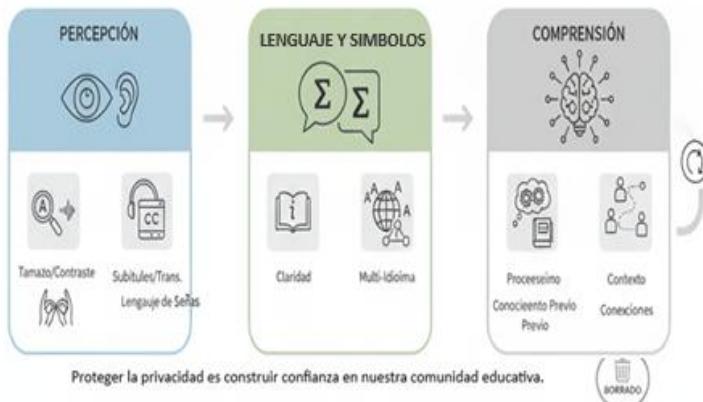
Accesibilidad mínima (DUA)

Para este punto, asegura tres capas como, representación, la cual consigna en texto claro + audio breve + visual con alto contraste, alternativas de tamaño y formato.

La acción/expresión, dos vías de entrega (p. ej., infografía o audio de 90–120 s) y andamios graduados (pistas, ejemplos). Implicación, la elección entre dos contextos cercanos y micro-retos por nivel.

Ejemplo en [área] [grado], para explicar un fenómeno local con apoyo de IA, donde el grupo elige formato y nivel de andamiaje, la formación docente en DUA mejora competencias para aplicar estos ajustes de manera sostenible, según revisiones recientes (Rusconi & Squillaci, 2023; Almeqdad, 2023).

Figura 6
Representación de DUA



Nota. Flexibilidad para el estilo de aprendizaje, Fuente. Elaboración propia.

Contrato de aula

Acuerda con el grupo usos permitidos (borradores, ideas, ejemplos, retro preliminar) y no permitidos (entregas automáticas sin autoría, citar referencias no verificadas). Exige atribución de herramienta y fuentes, honestidad académica y datos mínimos, incluye versión de lectura fácil/pictogramas y una ruta de quejas/correcciones.

Define cómo se activa la variante low/no-tech cuando la red falle o alguien opte por alternativa sin IA, integra rúbrica breve para valorar explicación, evidencia y reflexión sobre el uso de IA. Cierra con firmas (docencia/estudiantes/familias) y fechas de revisión, guarda el contrato en el LMS y en el cuaderno de evidencias del curso.

Seguimiento y mejora

Cada cuatro semanas, revisa tres señales, las cuales son:

- (1) Brecha de desempeño entre subgrupos (¿disminuye?)
- (2) Incidentes y su resolución (¿se corrigen y aprenden?)
- (3) Uso real de opciones DUA (¿se ejercen las elecciones?).

Ajusta consignas, ejemplos y apoyos, en evaluación, combina rúbrica clara + calificación ciega cuando sea viable.

Documenta cambios y comparte como REA con metadatos, la literatura indica que aplicar DUA de forma sistemática y formar al profesorado tiene efectos positivos en inclusión y desempeño; y que

la calidad de la rúbrica reduce variación entre calificadores (Almeqdad, 2023; Rusconi & Squillaci, 2023; Chakraborty et al., 2021)

2.5. REA, licencias y checklist de cumplimiento

Por qué REA y licencias CC

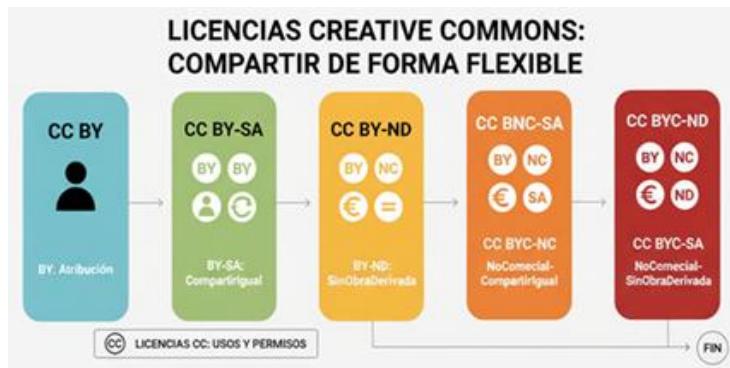
Publicar como Recursos Educativos Abiertos (REA) multiplica el alcance, reduce costos y permite adaptar materiales a [país/región] [tipo de centro] [área] [grado].

La bibliografía reciente sobre impacto en aprendizaje es matizada que un meta-análisis halla efecto significativo pero pequeño. Otro meta-análisis reporta mejoras en notas y tasas de aprobación, sobre todo cuando hay buen encaje instruccional (Tlili et al., 2023; Cho & Permzadian, 2024),

La licencia Creative Commons adecuada (p. ej., CC BY 4.0), facilita remezcla y reutilización siempre que se atribuya correctamente, usa el esquema TASL (Título, Autoría, Fuente, Licencia) para atribución clara y verificable (Norris et al., 2023).

Figura 7

Licencias Creative Commons



Nota. Figura muestra los tipos de licencias Creative Commons.

Fuente. Elaboración propia.

Publicación y metadatos

Sube versiones accesibles de tus materiales en formatos como HTML, ePub o PDF etiquetado tanto a tu LMS institucional como a un repositorio abierto (por ejemplo, OER Commons). Asegúrate de incluir los metadatos esenciales: título, autores con su ORCID, tipo de licencia Creative Commons, nivel educativo, área temática, idioma, palabras clave, fecha, versión y, si corresponde, la URL o el DOI.

Para garantizar la accesibilidad y la inclusión, incorpora descripciones alternativas en las imágenes, usa combinaciones de colores con alto contraste y añade subtítulos o transcripciones cuando

sea necesario, siguiendo los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA).

Lleva un registro de versiones en el que señales qué cambió, por qué se modificó y quién realizó el ajuste. Organiza tu carpeta de proyecto con nombres consistentes y un archivo README que explique cómo se puede reutilizar el material bajo licencia CC BY, cómo debe citarse correctamente usando el formato TASL (Título, Autor, Fuente, Licencia) y cómo reportar posibles erratas.

Estas prácticas no solo fortalecen la transparencia y la revisión entre pares, sino que también incrementan la visibilidad, la trazabilidad y la adopción de tus recursos en otros contextos educativos.

Checklist de cumplimiento

Antes del pilotaje, valida puntos como: la privacidad, solo datos mínimos, sin identificadores en archivos públicos; plan de borrado/anonimización. La accesibilidad, con formatos alternativos, tipografías legibles, contraste, subtítulos/transcripciones.

Las licencias que indican que, cada recurso (texto, imagen, audio) con su CC explícita; materiales de terceros con permiso compatible o sustitutos abiertos.

Las atribución (TASL), que incluyen en portada, pie de página y metadatos.

El Contrato de aula, implica usos permitidos/no permitidos y ruta de quejas; Las evidencias: rúbrica, pre–post y hoja de análisis; carpeta con prompts si hubo IA. Finalmente, versiona con etiqueta v0.x (piloto), v1.0 (liberación) y registro de cambios.

Matriz riesgo–mitigación

Construye una tabla sencilla y mantenla actualizada en el repositorio del curso, en ella registra cada riesgo identificado (por ejemplo, uso de una imagen sin licencia), junto con su probabilidad, impacto, señal temprana, acción preventiva o correctiva (como reemplazar por un recurso con licencia CC BY o crear material propio), persona responsable, plazo y evidencia (captura o enlace).

Incluye filas para situaciones frecuentes, como atribución incompleta (mitigada mediante una lista de verificación TASL), accesibilidad insuficiente (revisada con la lista de criterios DUA), contenido desactualizado (revisado en ciclos trimestrales de mejora) o ambigüedad en los derechos de uso (resuelta descartando el material o solicitando permiso).

Además, se debe documentar de forma sistemática los riesgos y las acciones tomadas no solo evita retrabajos, sino que también deja trazabilidad y evidencia clara para la auditoría interna al cierre de cada trimestre.

Figura 8

Plantilla de matriz O-A-E

OBJETIVO OBSERVABLE	ACTIVIDAD ACTIVA	ACTIVIDAD ACTIVA	EVIDENCIA MÍNIMA (PRE/POST)
El estudiante podrá identificar las principales capitales de Sudamérica.	Ubicar capitales en un mapa interactivo y sus países en un juego.	Pre: Lista de 3 capitales. Post: Inonmar países en.	Pre: Lista de 3 capitales. Post: Identificación correcta de 8/10 capitales en quiz.
El estudiante será capabe de resolverse de ecuaciones simples	Trabrar en parases para solución 5 ejercicios justificaino cada paso.	Pre: Intento de 1 Post: Resolución correcta de 4/euacions.	
El estudiante será capabe de problemas de ecuaciones lineales simples.	Pre: Intento de 1 ecuación éa os equacions.	Pre: Resolución correcta de 4/5 ecuaciones.	
El estudiante demostrará cómo usar un extintor de incendios corrctement.	Participar en una simulación ir uso el extuifirres babo supervivón.	Pre: Descripción verbal del uso. Demorfración exesta de los pasos de seguridad y uso.	

Nota. Para alinear metas, prácticas y evidencias. Fuente:

elaboración propia.

Cierre y siguiente paso

Como principio práctico, se adopta por defecto la licencia Creative Commons CC BY 4.0, acompañada de la atribución bajo el formato TASL (Título, Autor, Fuente y Licencia), esta práctica garantiza el reconocimiento ético del trabajo y promueve la circulación responsable del conocimiento.

Además, los recursos deben mantenerse en versiones accesibles y someterse a un ciclo de mejora continua, recordando que no se trata solo de “subir y listo”, sino de revisar, actualizar y adaptar con base en la evidencia y la retroalimentación recibida.

Los beneficios de los Recursos Educativos Abiertos a decir de las investigaciones, indican que aumentan significativamente cuando se integran con los procesos de evaluación y se mantienen de manera sostenida, incluso los efectos considerados pequeños pueden adquirir una relevancia pedagógica significativa si se trabajan mediante iteraciones planificadas e intencionales (Tlili et al., 2023; Castellanos et al., 2024).

Como acción inmediata, se recomienda duplicar la plantilla de metadatos, aplicar la licencia CC BY al capítulo piloto, añadir una sección de créditos TASL, y publicar el material tanto en el LMS como en el repositorio institucional, este flujo debe conectarse con el Capítulo 2 (ADDIE) y el Capítulo 3 (DUA), para garantizar la coherencia del diseño y orientar la siguiente fase de iteración y mejora.

CAPÍTULO 3: DISEÑA TUS CLASES CON ADDIE: PASO A PASO

«Si no puedes describir lo que haces como un proceso, no sabes lo que estás haciendo» Deming Institute

3.1. Fundamentos y flujo ADDIE

Propósito y alcance

ADDIE aporta trazabilidad y foco en evidencias porque obliga a explicitar qué aprenderá el grupo, cómo lo demostrará y con qué datos se decidirán mejoras, en [país/región], un [tipo de centro] con [infraestructura] y [recursos] mixtos puede aplicarlo a tres escalas: secuencia (1–2 semanas), unidad (4–8 semanas) o proyecto (≥ 8 semanas).

El resultado esperado es un ciclo completo con objetivos observables, actividades activas, pre–post, rúbricas y un informe breve para directivos, siempre se prevé variante low/no-tech equivalente para asegurar continuidad cuando falle la red, el principio guía es simple: propósito observable + evidencia mínima + mejora iterativa, alineado con la tradición sistemática del modelo (Branch, 2009).

Mapa de fases y entregables

Figura 9

ADDIE: fases y entregables claves



Nota. Resumen visual de flujo y evidencias. Fuente: elaboración propia (CC BY 4.0).

Analyze, levantar contexto, accesibilidad y línea base, con entregables como ficha del grupo, riesgos y un pre breve.

Design, construir matriz O-A-E (Objetivo–Actividad–Evidencia), storyboard e instrumentos, con entregables con dos actividades activas, rúbrica 1 página y post bosquejado.

Develop, crear prototipos (consignas, materiales, versiones A/B), y pasar control de sesgos y accesibilidad, con entregables como paquete piloto con checklist.

Implement, guion de clase, roles, estaciones y bitácora, con entregables como productos estudiantiles y registros.

Evaluate, análisis post-pre, tamaño de efecto y decisiones, con entregables como informe de 1 página, cambios y versión v0.x→v1.0.

El flujo es iterativo y ha mostrado buena adaptación a contextos combinados cuando se agrega control de calidad (Spatioti et al., 2022; Shakeel et al., 2023).

Roles y responsabilidades

El equipo docente planifica con intención y propósito: define los objetivos de aprendizaje, crea consignas claras y significativas, aplica instrumentos antes y después de cada proceso para evidenciar avances y valida los productos junto con los estudiantes.

La coordinación TIC asegura que todo funcione sin barreras técnicas, resguarda los datos, cuida la accesibilidad y mantiene actualizados los recursos digitales. Desde las distintas áreas del conocimiento, los docentes colaboran revisando rúbricas y prototipos, aportando miradas diversas que enriquecen el pilotaje y fortalecen la coherencia entre disciplinas.

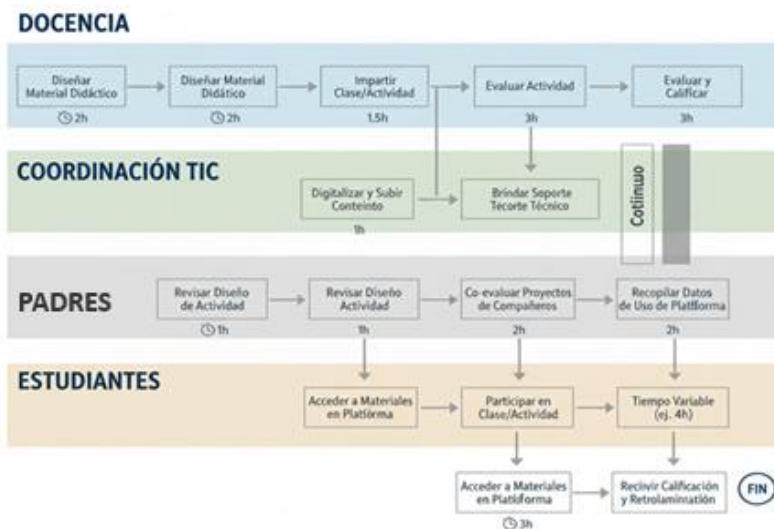
Los estudiantes, por su parte, no solo producen evidencias, sino que también expresan su percepción sobre la claridad, el ritmo y la carga de trabajo, convirtiéndose en parte activa de la mejora del proceso, cada ciclo se desarrolla con tiempos orientativos. Una hora para analizar, dos para diseñar, dos para desarrollar, una o dos sesiones para implementar y una para evaluar.

A lo largo del proceso se establecen momentos clave de revisión, aprobar los objetivos y su coherencia con las actividades y evidencias, verificar la equidad y la aplicación del DUA, validar los

criterios de pilotaje y cerrar con decisiones de mejora. Por tanto, todo queda documentado en una bitácora con fechas y responsables, no solo para asegurar la trazabilidad, sino también para dejar constancia del esfuerzo compartido y del aprendizaje que cada etapa deja en el equipo.

Figura 10

Roles y tiempos del ciclo



Nota. Checkpoints para trazabilidad. Fuente: elaboración propia.

Artefactos imprescindibles

Diagnóstico breve que implica contexto, conectividad, apoyos DUA, riesgos, matriz O-A-E (cada objetivo vinculado a dos actividades y a su evidencia), prototipos con consignas claras, ejemplos representativos, variantes low/no-tech, rúbricas de 1 página (criterios

y niveles), pre y post (un ítem cada uno) alineados al objetivo, bitácora (prompts si hubo IA, decisiones, incidentes, mejoras), paquete piloto (carpeta con metadatos y checklist firmado).

Todos estos instrumentales permiten replicar, auditar y publicar como REA cuando el piloto alcance calidad suficiente y la privacidad esté salvaguardada, facilitan, además, comparar resultados entre grupos y períodos para sostener la mejora.

Criterios de calidad y cierre

La calidad mínima de una planificación o intervención educativa se garantiza cuando los objetivos son observables y precisos, definidos con claridad en términos de conducta, condición y criterio.

Las consignas deben ser comprensibles, acompañadas de ejemplos que orienten la acción del estudiante y aseguren una accesibilidad esencial desde el enfoque del DUA, considerando sus tres principios: representación, acción/expresión e implicación.

Las evidencias deben mantenerse alineadas con los objetivos y contar con una trazabilidad completa mediante bitácoras y metadatos que permitan seguir el proceso con transparencia.

El ciclo culmina con un informe sintético de una página que integre los elementos clave: contexto, estrategia implementada, comparación de datos post y pre intervención, tamaño del efecto, decisiones tomadas y próximos pasos.

La literatura respalda el modelo ADDIE como un proceso sistemático e iterativo (Branch, 2009), que demuestra resultados sólidos en entornos a distancia o combinados, especialmente cuando se articula con prototipado y controles de calidad (Spatioti et al., 2022; Shakeel et al., 2023). Esta base metodológica permite avanzar hacia la fase de Analyze sin perder el foco pedagógico ni la coherencia entre diseño y evidencia.

3.2. Analyze: diagnóstico y objetivos observables

Contexto y recursos

Describe al grupo de manera integral, incluyendo datos relevantes que orienten el diseño pedagógico: número de estudiantes, rango de edades, diversidad lingüística, apoyos específicos que requieran y sus ritmos de trabajo.

Indica el país o región, el tipo de institución educativa, el área o asignatura y el grado correspondiente. Registra la infraestructura disponible, especificando los recursos tecnológicos y materiales con los que realmente se cuenta (por ejemplo, número de dispositivos por estudiante, nivel de conectividad, presencia de proyector, impresora u otros medios de apoyo).

Detalla también los recursos de tiempo y apoyo con los que se dispone semanalmente, junto con materiales didácticos o colaboraciones institucionales, identifica oportunidades del contexto,

como el interés del grupo por temas locales, experiencias previas en proyectos o la participación activa de las familias. Del mismo modo, reconoce los riesgos o desafíos que podrían afectar el proceso (por ejemplo: ausentismo, alta rotación docente o limitaciones de horario).

Finalmente, elabora una “foto de contexto” de una página que sintetice las fortalezas, necesidades y decisiones iniciales (por ejemplo, optar por el trabajo por estaciones o prever alternativas de baja tecnología). Ete documento servirá como anexo de trazabilidad para directivos y colegas, y como punto de partida para valorar los avances alcanzados al cierre de la unidad.

Línea base y brechas

Levanta una línea base simple en 20–30 minutos, recupera evidencias previas (pruebas, rúbricas, cuadernos) y añade un diagnóstico breve, un ítem de desempeño auténtico más una pregunta de selección o pare. Clasifica resultados en tres niveles (inicial, en proceso, logrado) y registra observaciones sobre comprensión de consignas y errores frecuentes, detecta brechas por subgrupos (p. ej., quienes requieren más tiempo de lectura o apoyo visual).

Si no hay datos históricos, usa un pre mínimo alineado al próximo objetivo y complementa con auto-reporte de confianza del estudiantado, documenta todo en una tabla con datos del estudiante/código, desempeño, evidencias, apoyos requeridos, esa

tabla será la referencia para ajustar actividades y para el análisis post-pre.

Objetivos observables

Se recomienda formular dos objetivos de aprendizaje claros y alcanzables, cada uno estructurado con conducta, condición y criterio, para garantizar que sean observables y medibles en el aula. Esta estructura facilita que el docente pueda evaluar de manera objetiva el progreso del estudiantado y asegura que los objetivos estén alineados con el currículo local y con las necesidades identificadas en la línea base.

El objetivo de conocimiento plantea que el estudiantado identifica y explica (conducta) los componentes de [contenido clave] a partir de un texto o material visual breve (condición), mencionando al menos tres elementos correctos y estableciendo una relación entre ellos (criterio).

Este enfoque permite que la evidencia de aprendizaje sea concreta y producible dentro de la infraestructura disponible en el aula, promoviendo la comprensión conceptual de manera verificable.

El objetivo de desempeño establece que el estudiantado resuelve y justifica (conducta) [tipo de problema o tarea auténtica] con el apoyo de un ejemplo graduado (condición), cumpliendo al menos 2 de 3 criterios de la rúbrica en nivel ‘logrado’ (criterio).

Este objetivo mide habilidades aplicadas y permite demostrar aprendizaje práctico, asegurando coherencia con el currículo y relevancia frente a las necesidades reales de los estudiantes, fomentando una planificación más efectiva y significativa.

Criterios de éxito y evidencias pre

Define qué medirás como (conceptos clave, procedimientos, argumentación), cómo (ítem práctico + rúbrica breve) y cuándo (inicio y cierre de la secuencia).

Para el pre, usa un producto rápido de 5–7 minutos que se parezca al post, pero más acotado, establece criterios de éxito claros como porcentaje mínimo de aciertos, nivel esperado en la rúbrica y ausencia de errores críticos, planifica la logística de tiempo en aula, materiales (hojas, plantillas), registro (lista de cotejo) y resguardo de datos (códigos anónimos).

Si hay IA, deja constancia de qué parte puede sugerir (pistas, ejemplos) y qué siempre evalúa la docencia, cierra con una tabla de control con instrumento, responsables, fechas.

Riesgos y mitigaciones

Anticipa posibles barreras y define estrategias concretas para abordarlas, por ejemplo, si la conectividad es inestable, prepara versiones low-tech o sin tecnología, utilizando materiales impresos y bancos de ejemplos físicos que los estudiantes puedan manipular.

Frente a la sobrecarga cognitiva, simplifica las consignas y proporciona un glosario visual que facilite la comprensión.

Cuando se detecten desfases de nivel, ofrece variantes isomorfas de las actividades según la dificultad y organiza los ejercicios en estaciones que permitan una atención más personalizada, para proteger la privacidad, limita el uso de datos y emplea códigos anónimos en los registros. Es así que, el tiempo disponible es reducido, divide el diagnóstico en micro tareas que puedan realizarse tanto en el aula como en el hogar.

Todo este proceso debe ser documentado cuidadosamente en una bitácora de Analyze, incluyendo un contexto resumido, los instrumentos utilizados, los hallazgos de la línea base, los objetivos finales y las medidas de mitigación, marca también los pendientes con responsables y fechas específicas.

Este registro no solo cerrará la fase de Analyze, sino que permitirá habilitar la fase de Design con decisiones plenamente trazables, coherentes con la realidad y necesidades del grupo, asegurando que cada acción tenga un propósito y un seguimiento claro.

3.3. Design: alineación y accesibilidad mínima

Matriz O-A-E

Relaciona cada objetivo observable con dos actividades y su evidencia, ejemplo Primaria [área Ciencias] [grado 5.^o], objetivo:

explicar el ciclo del agua a partir de un diagrama, actividad 1: estaciones con imágenes y preguntas guiadas, Evidencia: minipóster con tres procesos correctos; actividad 2: relato de 120–150 palabras para público infantil.

Evidencia mediante texto con vocabulario clave resaltado, ejemplo Secundaria [área Lengua] [grado 9.º], objetivo: argumentar sobre desinformación en redes con fuentes contrastadas, actividad 1: análisis de casos. Además, evidencia con tabla verificación CRAAP abreviada, actividad 2: microdebate con roles, evidencia: ficha de argumentos y contraargumentos, asegura coherencia: cada evidencia debe permitir juzgar el logro del objetivo con una rúbrica breve y criterios transparentes.

Estrategias activas

Cuando planifiques, elige dos estrategias que realmente se adapten a tu grupo y a lo que tienes disponible, por ejemplo, con las estaciones de aprendizaje, puedes proponer retos cortos con apoyos graduados, organizar las rotaciones con tiempos claros, aprovechar la diversidad del grupo y sacar el máximo provecho de los recursos que tengas a mano.

En la indagación guiada, plantea una pregunta que despierte curiosidad, ofrece pistas paso a paso y verifica los resultados con evidencia concreta que todos puedan observar.

Estas estrategias funcionan porque fomentan que los estudiantes actúen, expliquen sus ideas y trabajen juntos, evitando depender solo de clases magistrales. Esto permite adaptar la enseñanza a diferentes estilos de aprendizaje y crean un ambiente donde todos se sienten incluidos y motivados a participar.

Si tu grupo tiene diversidad lingüística, añade apoyos como glosarios visuales, ejemplos paralelos y modelos de respuesta que faciliten la comprensión. Cuando el tiempo es corto, puedes condensar la secuencia en dos momentos: una sesión de activación y práctica guiada, y otra de cierre con reflexión y retroalimentación, no olvides registrar tus supuestos, los tiempos y los materiales en tu hoja de diseño, así todo queda claro y organizado para la implementación.

Instrumentos de evaluación

Diseña cada rúbrica considerando un enfoque claro y funcional: asigna una página por objetivo y establece de 2 a 4 criterios fundamentales que se vinculen directamente con la evidencia de aprendizaje, tales como exactitud conceptual, claridad, uso adecuado de fuentes y solidez en la argumentación.

Para cada criterio, define tres niveles de desempeño, inicial, en proceso y logrado, acompañados de descriptores observables que permitan valorar con precisión las habilidades de los estudiantes.

Prepara evaluaciones pre y post isomórficas: conservando el mismo constructo, pero variando la superficie, como un texto diferente o un nuevo problema, para medir de manera confiable el progreso sin repetir exactamente el mismo ítem. Verifica la validez de contenido asegurándote de que cada criterio se vincule directamente con el objetivo de aprendizaje y solicita una revisión rápida a un colega docente para garantizar coherencia y relevancia.

Mantén la economía en el diseño: un ítem práctico acompañado de una rúbrica breve suele ser suficiente para tomar decisiones pedagógicas informadas.

Anticipa la organización del registro de evaluación: considera listas de cotejo por estudiante o código y un espacio para observaciones que facilite el seguimiento del desempeño individual. Si empleas inteligencia artificial para generar ítems, documenta con transparencia qué fue generado por la herramienta, cómo realizaste la revisión y dónde archivaste la versión final aprobada, garantizando así claridad y trazabilidad en todo el proceso de evaluación.

Accesibilidad esencial (DUA)

Asegura tres decisiones mínimas, representación: consigna en texto claro más audio breve; añade visual con alto contraste y alternativas de tamaño; acción/expresión: dos opciones de producto (p. ej., infografía o audio de 90–120 s) y pistas graduadas; implicación:

elección entre dos contextos cercanos al estudiantado y micro-retos por nivel.

Marca estas decisiones en la matriz O-A-E para que sean obligatorias, no extras, si la [infraestructura] es limitada, prioriza impresos legibles, colores accesibles y posibilidad de respuesta manuscrita, detalles ampliados y ejemplos por área están en el Cap. 3 (DUA); aquí dejamos el mínimo viable para que la secuencia sea inclusiva desde el diseño.

Storyboard y licencias REA

Boceta un storyboard de la secuencia: marco de 6–8 viñetas con tiempos, acciones, recursos y evidencias por momento (activación, práctica guiada, trabajo por estaciones, cierre con post); anota los puntos de decisión: qué hacer si falta tiempo, si falla la red o si el nivel es muy dispar; señala materiales que serán publicados como REA y la licencia Creative Commons prevista (CC BY 4.0 recomendada).

Añade licencia de atribución en cada recurso y cierra el diseño con una lista de producción: qué falta prototipar, quién lo hace y para cuándo, este paquete pasa a Develop con criterios claros de “listo para pilotar”.

3.4. Develop: prototipos y control de calidad

Prototipos de materiales e ítems

Crea prototipos rápidos de consignas, recursos y pruebas, para cada evidencia diseña dos versiones A/B: mismo constructo, superficie distinta (nuevo texto, números o contexto), señala qué parte es núcleo (no cambia) y qué es variable (contexto, datos, apoyo). Añade ejemplos modelados y contraejemplos frecuentes, en [país/región] y [tipo de centro], si la [infraestructura] es limitada, prepara equivalentes impresos y guías para trabajo por estaciones.

Antes de cerrar, pasa lista: claridad de objetivo, pasos numerados, tiempo estimado y recursos, este enfoque de prototipado ágil dentro de ADDIE reduce retrabajo y mejora la aceptabilidad del diseño en aprendizaje combinado. (Shakeel et al., 2023).

IA como apoyo

Usa la IA para generar variantes isomorfas (misma dificultad, superficies nuevas), pistas (hints) graduadas (pistas 1–2–3) y gradación de lectura (texto estándar/simplificado) declara en la bitácora qué generó la IA y cómo lo revisaste, evita introducir datos personales en los prompts, integra verificación mínima: dos fuentes o un par docente valida un muestreo de ítems.

Cuando descienda, incorpora evaluación automatizada preliminar solo como borrador, la calificación final es humana y la literatura reciente destaca el potencial de LLM para crear materiales y

feedback, junto con retos de calidad y sesgos que exigen supervisión docente (Kasneci et al., 2023; Zapata, 2024).

Control de sesgos y claridad

Se recomienda implementar un chequeo ciego en tres pasos para garantizar la calidad y equidad de los instrumentos de evaluación: primero, revisar que el lenguaje sea inclusivo, evitando estereotipos de género, culturales o sociales. Segundo, asegurar la representatividad en los nombres, contextos e imágenes utilizados, de manera que todos los estudiantes puedan verse reflejados.

Finalmente, y en tercer punto, realiza una prueba de comprensión con entre 3 y 5 estudiantes de perfiles diversos, anotando dudas, confusiones y tiempos de respuesta para identificar posibles dificultades.

Una vez aplicado este chequeo, es recomendable ajustar los ítems usando una rúbrica de calidad, evaluando aspectos como validez de contenido, claridad de la consigna, carga cognitiva y equidad, siempre que sea posible, se sugiere aplicar una calificación ciega entre pares, lo que ayuda a reducir la variación entre evaluadores y mitigar sesgos.

La evidencia indica que el uso sistemático de rúbricas contribuye significativamente a mejorar la equidad en la evaluación y a

garantizar que las decisiones se basen en criterios objetivos y transparentes (Chakraborty et al., 2021).

Accesibilidad técnica

Verifica accesibilidad antes del piloto: alt-text descriptivo, contraste AA o superior, subtítulos/transcripciones en audio-video, navegación por teclado y foco visible. Ofrece dos vías de respuesta (texto o audio breve) y materiales con tipografía legible, documenta qué criterios WCAG 2.2 cubres y qué quedará para la versión v1.0.

Si trabajas sin conectividad, asegúrate de equivalentes impresos: alto contraste, tamaños ampliados y pictogramas; registra en la bitácora las no conformidades y sus acciones correctivas (W3C, 2023/2024).

Versionado y paquete piloto

Empaque el kit de pilotaje con control de versiones: v0.1 (borrador probado), v0.2 (ajustes de sesgo/accesibilidad), v1.0 (listo); incluye: matriz O-A-E, consignas finales, ítems A/B, rúbrica 1 página, equivalentes low/no-tech, checklist de accesibilidad, bitácora y metadatos (licencia CC BY).

Define el criterio de “listo”: claridad $\geq 90\%$ en prueba de comprensión, sin hallazgos críticos de accesibilidad, y evidencia de alineación al objetivo. Comunica el paquete al equipo con tareas y fechas, el desarrollo iterativo y con control de calidad mejora la

aceptación y el desempeño en entornos combinados (Shakeel et al., 2023)

3.5. Implementar y evaluar: pilotaje, análisis y mejora

Guion de clase y recolección de datos

Para comenzar la sesión, dedica unos minutos a la activación, recuerda a los estudiantes el objetivo observable que se quiere alcanzar y las evidencias que se esperan generar, este breve momento sirve para centrar la atención, conectar con conocimientos previos y darles claridad sobre lo que van a trabajar, haciendo que todos empiecen con la misma comprensión.

Durante el trabajo por estaciones, distribuye las consignas y los apoyos graduados en cada espacio, la docencia circula entre los grupos con una bitácora para registrar dudas, tiempos y observaciones importantes, esto permite un seguimiento cercano, asegura que cada estudiante reciba la orientación necesaria y mantiene el ritmo de la sesión de manera organizada y flexible.

Al cerrar la sesión, aplica un post de revisión y recopila los productos generados por los estudiantes, cada evidencia debe estar claramente marcada con su objetivo, fecha y versión de rúbrica. Si se emplea inteligencia artificial, registra los prompts utilizados y especifica qué partes fueron revisadas o ajustadas por la docencia, este cuidado garantiza un registro claro, seguro y útil para futuras referencias.

Finalmente, dedica unos minutos a la reflexión, propón tres preguntas rápidas sobre claridad y carga de trabajo para recoger retroalimentación inmediata. Además, define los roles de manera explícita: la docencia coordina y registra, el apoyo TIC brinda soporte y respaldo de archivos, y los estudiantes producen evidencias y realizan su autoevaluación. Con estas prácticas, la sesión se vuelve más humana, ordenada y colaborativa, donde todos saben qué hacer y cómo aportar al aprendizaje colectivo.

Variantes low/no-tech

Si la conectividad falla o no hay dispositivos suficientes, cambia herramienta, no objetivo, prepara: copias impresas de consignas y rúbricas, tarjetas con pistas graduadas, versiones equivalentes de ítems A/B y plantillas de producto (póster/ficha).

Luego, recolecta datos con una lista de cotejo en papel (estudiante/código, pre, post, observaciones), fotografía productos y escanea rúbricas al final, nombra archivos con el patrón [área][grado][objetivo][AAAAMMDD][v]. Para accesibilidad, usa alto contraste, tipografía legible y opción de respuesta oral breve registrada por la docencia, al migrar a digital, conserva la trazabilidad. Por último, una carpeta por curso con subcarpetas para pre, post, rúbricas y análisis, manteniendo los mismos códigos.

Análisis básico

Compara post-pre con un t pareado: requiere mediciones de las mismas personas y diferencias aproximadamente simétricas (o, en grupos pequeños, inspección de outliers). Reporta la diferencia media (Δ), su intervalo de confianza y el t con gl y p, añade el tamaño de efecto g de Hedges (versión corregida del d), útil para comparar cohortes y planear mejoras.

La interpretación debe centrarse en magnitud y precisión, no solo en significación, cuando planees ciclos futuros, justifica el tamaño muestral (recursos, potencia a priori, precisión deseada), dejando constancia en el informe de pilotaje (Lakens, 2013; Lakens, 2022).

Informe breve y decisiones

Elabora y entrega a dirección y pares un informe conciso de una página que permita comprender rápidamente cómo se desarrolló la intervención o actividad, incluyendo el contexto: grupo, tiempos de ejecución e infraestructura disponible, de manera que cualquier lector pueda visualizar claramente las condiciones y recursos con los que se trabajó.

Define un objetivo observable que sea concreto y medible, acompañado de un diseño resumido usando la matriz O-A-E (Objetivo-Acción-Evidencia), así todos podrán entender qué se

buscaba lograr, cómo se actuó y qué evidencia respalda la ejecución sin perder tiempo en detalles innecesarios.

Agrega adicionalmente una tabla mini de datos pre/post con resultados clave, el análisis estadístico básico (t pareado y tamaño del efecto) y una interpretación sencilla que muestre la magnitud del cambio de manera clara

Destaca las evidencias más relevantes, como fotos, enlaces o ejemplos que ilustren el impacto de la intervención, y registra las incidencias que surgieron, ya sean problemas de accesibilidad, sesgos o privacidad, explicando cómo se resolvieron para aprender de lo ocurrido y garantizar que futuras iteraciones puedan mejorar sin repetir errores.

Finalmente, cierra con tres decisiones claras: qué mantener porque funcionó, qué ajustar (consignas, apoyos DUA, tiempos) y qué descartar porque no aportó valor, añade un mini-plan para la siguiente iteración con fechas, responsables y criterios de éxito revisados. De esta manera, que la mejora continua quede documentada y se puedan tomar decisiones ágiles basadas en la magnitud del cambio y la calidad de la evidencia (Lakens, 2013; Lakens, 2022)

Archivo y trazabilidad

Conserva de manera organizada todos los elementos de la experiencia educativa: instrumentos de evaluación (pre, post, rúbricas), productos

generados por los estudiantes, bitácoras que incluyan prompts y aclaraciones, así como datasets anonimizados (códigos, pre y post) y los análisis correspondientes con sus plantillas y gráficos, junto con los informes con su versión y fecha.

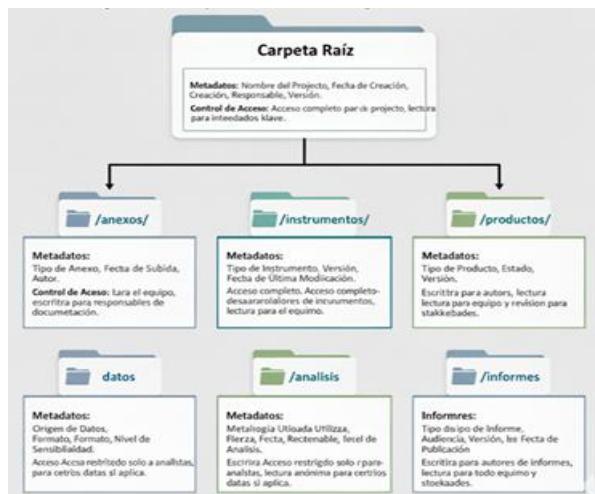
Estructura el repositorio en carpetas claras como /anexos/, /instrumentos/, /productos/, /datos/, /analisis/ e /informes/, asegurando que cada archivo contenga metadatos detallados, incluyendo el objetivo, la versión de la rúbrica y la licencia CC BY cuando corresponda.

Mantén un registro del control de accesos y establece plazos de borrado para cualquier artefacto que pueda ser identificable, publicando como Recursos Educativos Abiertos únicamente los materiales que cumplan con criterios de privacidad y accesibilidad.

Cierra el ciclo etiquetando las versiones de v0.x a v1.0 y enlazando el repositorio con el plan del siguiente piloto, de manera que cualquier docente pueda reproducir, adaptar o escalar la secuencia sin perder el rastro pedagógico ni la coherencia de la documentación.

Figura 11

Estructura mínima de repositorio con metadatos



Nota. Facilita escalado y auditoría pedagógica. Fuente: elaboración propia.

Cierre del capítulo

Has construido un ciclo ADDIE completo y minimalista, te quedas con una matriz O-A-E clara, rúbrica de 1 página, pre–post isomorfos, storyboard con tiempos y variantes, y un paquete piloto versionado. Adicionalmente, dejaste rastro en una bitácora con decisiones, riesgos y mitigaciones, en [país/región] y [tipo de centro], esto te permite replicar la secuencia en nuevas aulas o escalarla a una unidad mayor sin empezar de cero, mantén el foco: propósito observable + evidencia mínima + mejora iterativa; conecta cada ajuste con datos simples (post–pre y tamaño de efecto) y con notas de accesibilidad,

así, tu diseño gana solidez pedagógica, auditabilidad y opciones low/no-tech cuando la [infraestructura] o los [recursos] sean limitados.

Acción inmediata y puente al Capítulo 4 (DUA)

Elige una de tus actividades clave y eleva su inclusión con tres micro ajustes DUA, agrega audio a la consigna, ofrece dos formatos de entrega y añade pistas graduadas, programa una clase para probarlos con el mismo post y compara resultados. Documenta tiempo real, dudas y mejoras, luego, crea una tarjeta de aprendizaje para el equipo con el antes/después y compártela en el repositorio.

En el Capítulo 3 (DUA) profundizarás en múltiples medios de representación, acción/expresión e implicación, con plantillas específicas por [área] y [grado], tu secuencia ADDIE v1.0 ya está lista; el siguiente paso es refinar la accesibilidad para ampliar el impacto y sostener el progreso del grupo.

CAPÍTULO 4: DUA EN EL AULA: QUE TODOS PUEDAN APRENDER

«El objetivo del diseño universal es simplificar la vida de todas las personas haciendo productos, comunicaciones y entornos más utilizables por el mayor número de personas posible»

Mace, 1998.

4.1. Fundamentos DUA y valor educativo

Propósito y principios DUA

DUA busca que todas las personas aprendan con oportunidades reales, propone tres principios simples, representación, ofrece distintas formas de acceder a la información, mini ejemplo: texto claro + audio breve + diagrama con alto contraste; acción/expresión, permite varias vías para demostrar lo aprendido, mini ejemplo: responder con póster, audio de 90–120 s o tabla.

En lo que refiere a la implicación, cuida motivación y elección, mini ejemplo: dos contextos cercanos para el mismo objetivo, en [país/visión] y [tipo de centro], empezar con plantillas mínimas reduce barreras desde el diseño.

Figura 12

Principios DUA con ejemplos de aula



Nota. Plantilla para orientar ajustes mínimos. Fuente: elaboración propia.

La evidencia reciente asocia DUA con mejoras de inclusión y desempeño cuando se aplica de forma sistemática y con formación docente (Almeqdad, 2023; Rusconi & Squillaci, 2023), los lineamientos clásicos de CAST siguen vigentes por su enfoque preventivo.

Barreras comunes en K-12

Detecta barreras sensoriales (bajo contraste, ausencia de alt-text), lingüísticas (léxico denso, falta de lectura graduada), motoras (interacciones finas obligatorias), cognitivas (sobrecarga, pasos no modelados) y contextuales (falta de dispositivos o red), en [tipo de centro] con [infraestructura] limitada. Una actividad de [área] para

[grado] puede fallar si solo admite texto largo en pantalla, ajuste mínimo: consigna en texto claro + audio; ficha con pictogramas; opción de respuesta manuscrita.

Registra tiempos y dudas en una bitácora, ese rastro guía decisiones del equipo y permite iterar, la literatura sugiere que pequeños cambios consistentes generan efectos acumulativos en participación y logro (Almeqdad, 2023).

Relación con inclusión y normativa

El centro asume tres responsabilidades: accesibilidad mínima en materiales, apoyos razonables según necesidad y comunicación clara con familias; establece versiones de lectura fácil, plantillas con contraste adecuado y subtítulos/transcripciones cuando haya audio o video.

Define un canal para solicitar ajustes y un plazo de respuesta, en [país/región], documenta decisiones y conserva evidencias anónimas, esta trazabilidad conecta DUA con políticas de equidad y con el enfoque de mejora continua del libro. Revisiones de la literatura recientes en DUA destacan el impacto de la formación docente y del uso de rúbricas claras para sostener la inclusión en aula regular (Rusconi & Squillaci, 2023).

Accesibilidad mínima transversal

Incluye siempre elementos como alt-text descriptivo para imágenes, contraste AA o superior, tipografías claras y legibles, tamaños de letra ampliables, navegación completa por teclado, subtítulos y transcripciones, así como la posibilidad de ofrecer el contenido en dos formatos distintos. Por ejemplo, texto o audio breve; verifica rápidamente la accesibilidad probando con un lector de pantalla, revisando el contraste con una regla sencilla y solicitando a dos estudiantes con perfiles distintos que expliquen la consigna para asegurarte de que es comprensible.

Para contextos low-tech u offline, considera impresos de alto contraste, códigos de color, tarjetas de apoyo y bancos de ejemplos en papel; registra estas decisiones en tu matriz de diseño, pues la investigación indica que la implementación sistemática del DUA mejora el acceso y el desempeño, especialmente cuando se integra de manera fluida en el ritmo de la clase (Almeqdad, 2023)

Criterios de calidad DUA y cierre

Una actividad es accesible si cumple cinco indicadores observables:

- 1) consigna comprensible en ≤ 120 palabras o audio breve;
- 2) al menos dos medios de representación;
- 3) al menos dos vías de acción/expresión;
- 4) elección acotada que mantenga el mismo objetivo;
- 5) rúbrica con descriptores simples y niveles claros,

evidencias mínimas: productos en dos formatos y registro de apoyos usados.

Si la [infraestructura] falla, la versión en papel conserva objetivo y rúbrica, DUA no es un extra; es el diseño base, pasa ahora al Tema 3.2 (Representación) para decidir combinaciones de texto, audio e imágenes y dejar listo tu checklist de acceso (Almeqdad, 2023; Rusconi & Squillaci, 2023).

Figura

13

Cinco indicadores de accesibilidad en DUA



Nota. Evidencias mínimas para verificar inclusión. Fuente:
elaboración propia.

4.2. Representación: acceso a la información

Diagnóstico de barreras de acceso

Empieza por un escaneo rápido del grupo en [país/región] [tipo de centro] [área] [grado]: breves encuestas anónimas (preferencias de formato, lectura en voz alta, tamaño de letra), revisión de historiales

de apoyo y observables en clase (tiempos, dudas frecuentes). Clasifica barreras sensoriales (contraste, audio), lingüísticas (léxico denso), motoras (scroll/gestos finos), cognitivas (carga), y contextuales (conectividad).

Registra necesidades y apoyos viables con la [infraestructura] real y define dos ajustes inmediatos por objetivo (p. ej., lectura graduada + audio breve),

Figura 14

Indicadores de accesibilidad en DUA

CATEGORÍA DE BARRERA	INDICATOR VISUAL	INDICATOR LÉXICO/TEXTUAL	INDICATOR MOTOR/INTERACCIÓN	INDICATOR TECNOLÓGICO
PERCEPCIÓN	Bajo contraste, letra letra pequeña.	Ausencia de alternativas (audio/texto).	N/A	No compatible con lector de pantalla.
BARRERA: COMPRENSIÓN	Gráficos compleja sin explicación	Vocabulatura técnica, frases largas.	Muchos elementos distractores.	Intenta Google búsqueda
COMPRENSIÓN	Gráficos compleja explicación	Vocabulatura ambigüedad largas	Ausencia de organizadores gráficos	N/A
INTERACCIÓN MOTORA	Elementos de clic muy pequeños	N/A	Sin opción de traducción, escribir	Sin opción de traducción automática.
COGNITIVA/EJECUTIVA	Elemento ambiguo sin acción	Requiere gestos finos para acción	Demasiados pasos para una tarea	No funciona bata o switch
Ausencia de clic visual	Ausencia de un jerarquía visual	Instrucciones dispersas, (arrasaar, sin resumir)	Alta carga de memoria /multitarea	Interfaz confusa, navegación compleja
Depende de un único formato (ej. solo video).	Contenido solo en ineight.	N/A	N/A	Requiere hardware específico
TECNOLÓGICA/ AMBIENTAL	Contenido solo en un idioma.	N/A	N/A	Baja conectividad acceso limitado

Nota. Evidencias mínimas para verificar inclusión. Fuente: elaboración propia.

La investigación sobre DUA muestra que la aplicación sistemática de ajustes mejora acceso y desempeño cuando se integra en el flujo de clase y la formación docente (Almeqdad, 2023).

Alternativas de representación

Combina texto claro, audio de 60–120 s, visual con alto contraste, símbolos/pictogramas y lectura graduada (estándar/simplificada), ejemplo Primaria: ficha con párrafos cortos + diagrama etiquetado + audio; ejemplo Secundaria: resumen con glosario + gráfico + subtítulos.

Para videos, usa subtítulos y ajusta velocidad ($0.75\text{--}1.0\text{--}1.25\times$) según nivel; la evidencia con estudiantes multilingües reporta mejoras en comprensión auditiva al combinar captioning y control de playback, en [infraestructura] mixta, prepara equivalentes impresos y códigos QR opcionales, documenta qué versión vio cada estudiante para interpretar resultados del post (Mahalingappa et al., 2024).

Ajustes técnicos esenciales

Aplica mínimos alineados a WCAG 2.2: alt-text descriptivo en imágenes relevantes, contraste AA o superior, tipografías legibles ($\geq 12\text{--}14$ pt impresos), subtítulos/transcripciones en audio-video y navegación por teclado cuando sea digital.

Verificación exprés en 5–10 minutos: prueba con lector de pantalla, chequea contraste y pide a dos estudiantes con perfiles distintos que expliquen la consigna sin ayuda, marca no conformidades y acciones correctivas en la bitácora, cuando publique como REA, conserva estos metadatos de accesibilidad junto a la licencia (W3C WAI, 2023).

Opciones low-tech/offline

Si falla la red o no hay dispositivos, cambia herramienta, no objetivo, usa impresos en alto contraste, pictogramas de apoyo, códigos de color para rutas, plantillas de lectura guiada y bancos físicos de ejemplos (tres niveles), prepara tarjetas con pistas graduadas y una versión simplificada del texto (120–150 palabras).

Para audio, habilita lectura en voz por turnos o grabaciones locales en un teléfono del aula; registra préstamos y resguardo, toda evidencia mantiene la misma rúbrica y criterios, al migrar a digital, conserva identificación por códigos y registra qué apoyos usó cada estudiante para interpretar cambios pre–post con justicia.

Evidencia de acceso y cierre

Confirma acceso observando: comprensión de la consigna (explicación propia en ≤60 s), uso de al menos dos medios (p. ej., texto + visual), disminución de dudas repetidas y tiempos razonables, documenta en lista de cotejo: apoyos usados, barreras detectadas y

ajustes aplicados; cierra con una mini-reflexión del grupo (qué formato ayudó más y por qué).

Este rastro conecta decisiones de representación con tus resultados del Cap. 2 y prepara la transición a Tema 3.3 (Acción y expresión), la literatura reciente en UDL sugiere priorizar opciones multimodales y trazabilidad de apoyos para sostener mejoras y escalar prácticas (Bray et al., 2024; Almeqdad, 2023).

4.3. Acción y expresión: demostrar el aprendizaje

Opciones de respuesta

Ofrece múltiples vías para que el estudiantado muestre lo que sabe y puede hacer: oral (micro-podcast de 90–120 s), escrita (relato breve con glosario), audiovisual (clip subtitulado), manipulativa (maqueta/prototipo) y combinada (póster + audio), en primaria [área Ciencias] [grado 5.^º]. La explicación del ciclo del agua puede entregarse como infografía o audio guiado con tres conceptos clave, en secundaria [área Lengua] [grado 9.^º], un análisis de sesgos se evidencia con ensayo breve o videocolumna con citas en pantalla.

Mantén misma rúbrica para todas las opciones, si la [infraestructura] es limitada, habilita entrega manuscrita o audio en un solo dispositivo del aula y registra con códigos anónimos, esta variedad sostiene la validez de la evaluación sin sacrificar equidad (Chakraborty et al., 2021).

Andamiaje y niveles de apoyo

Planifica apoyos graduados: modelado en vivo, ejemplo resuelto, pistas 1-2-3, banco de oraciones y checklist de calidad. Usa IA solo como andamiaje: genera variantes isomorfas del ejercicio, sugiere preguntas guía u ofrece feedback preliminar sobre claridad y estructura, la revisión docente es obligatoria antes de calificar.

Declara en la bitácora qué produjo la IA, cómo lo ajustaste y qué criterios aplicaste, la evidencia reciente subraya el potencial de LLM para crear materiales y retro, pero advierte sobre sesgos y calidad, lo que exige supervisión humana sistemática (Kasneci et al., 2023); variante low-tech: tarjetas con pistas escalonadas y ejemplos impresos.

Rúbricas accesibles

Comparte la rúbrica de 1 página antes de la tarea. Usa lenguaje simple, verbos observables y descriptores por nivel (inicial/en proceso/logrado), limita a 2–4 criterios (exactitud, claridad, uso de fuentes/argumentación, o adecuación del formato). Incluye micro ejemplos por nivel y un recuadro “evidencia mínima” para todas las vías de entrega, esto mejora la transparencia y reduce la variación entre calificadores, favoreciendo decisiones más justas (Chakraborty et al., 2021).

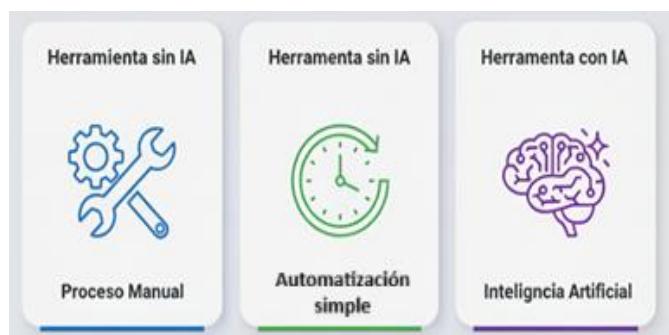
Si la [infraestructura] es baja, entrega rúbrica impresa y pega un código de colores por criterio, recoge autoevaluación y coevaluación con una lista de cotejo abreviada.

Herramientas con y sin IA

Conectividad disponible: capturas en LMS, grabación rápida en móvil institucional, formularios para subir evidencias, y plantillas de portafolio.

Figura 15

Representación de herramientas con y sin IA



Nota. La grafía muestra el cómo es la representación de herramientas con y sin IA. Fuente. Elaboración propia.

La IA puede generar guiones, listas de verificación y ejemplos paralelos; evita usarla para nota final. Sin conectividad: carpeta física por estudiante, plantillas impresas, banco de pictogramas, fichas de guion, y registro manual en hoja de clase; para accesibilidad, ofrece dos formatos de entrega y transcripción para audios.

Mantén nombres estandarizados ([área][grado][objetivo]_[fecha]) y licencia CC BY cuando corresponda, esta organización reduce fricción y facilita trazabilidad entre grupos y períodos.

Seguimiento y retro

Define un ciclo corto de retroalimentación: 1) entrega borrador, 2) retro breve con la rúbrica, 3) mejora enfocada y 4) entrega final, registra progreso por criterio y ajustes razonables aplicados (tiempo extendido, opción de formato, apoyos).

Usa gráficas simples para comparar pre-post del Cap. 2 por estudiante/código y por subgrupos, cierra con una reflexión guiada: qué opción de expresión ayudó más y qué apoyo mantener. Documenta todo en la bitácora (decisiones, incidentes, soluciones), el objetivo es iterar con datos y conservar equidad en la evaluación, integrando andamios y transparencia en cada ciclo (Kasneci et al., 2023; Chakraborty et al., 2021).

4.3. Implicación: motivación, pertenencia y bienestar

Relevancia y elección

La motivación crece cuando el alumnado percibe autonomía, competencia y vínculo, diseña actividades que partan de intereses locales ([país/región]) y ofrece dos o tres opciones de producto (audio

de 90–120 s, póster, prototipo) manteniendo el mismo objetivo y rúbrica.

En [tipo de centro] [área] [grado], una indagación puede cerrarse con micro podcast o infografía con glosario, indica tiempos orientativos y ejemplos mínimos para reducir incertidumbre, documenta qué opción elige cada estudiante y por qué; esta trazabilidad permitirá ajustar apoyos en ciclos posteriores.

La evidencia reciente muestra que intervenciones basadas en la Teoría de la Autodeterminación fortalecen autonomía/competencia y mejoran la motivación académica cuando se aplican de forma explícita en aula (Wang et al., 2024; Chiu, 2022).

Clima y pertenencia

La seguridad psicológica constituye la base fundamental para que los estudiantes se sientan cómodos al arriesgar ideas, pedir ayuda y ofrecer retroalimentación sin temor, fomentando un clima de confianza donde se valoran los errores como oportunidades de aprendizaje.

Establecer normas positivas, como aceptar que “fallar es aprender”, respetar turnos de palabra y usar un lenguaje inclusivo y respetuoso, así como definir roles cooperativos claros, facilitador/a, relator/a, verificador/a de fuentes, fortalece la participación y estimula la

creatividad, especialmente en [tipo de centro] con grupos heterogéneos.

Iniciar cada proyecto con un “contrato de equipo” y una breve ronda de check-in de 60 segundos ayuda a alinear expectativas, mientras que contar con un canal discreto para reportar conflictos y un protocolo breve de reparación permite abordar tensiones de manera segura y constructiva.

Las investigaciones en aprendizaje basado en proyectos evidencia que niveles más altos de seguridad psicológica se asocian con mayor creatividad y mayor agencia estudiantil, por lo que resulta clave promover culturas que toleren el error, incentiven la colaboración y favorezcan un empoderamiento progresivo (Han et al., 2022).

Carga cognitiva y gamificación responsable

Evita la sobrecarga: objetivos claros, consignas en ≤ 120 palabras o audio breve, y señales visuales consistentes. Si gamificas, alinea mecánicas-dinámicas-estética con el objetivo, usa puntos/retos moderados y ofrece descansos, monitoriza tiempo en tarea y dudas repetida, si suben, simplifica reglas o reduce elementos visuales.

Finalmente, la cognición mejora cuando se disminuye carga extrínseca (evitar “split-attention”, redundancias) y se preserva la atención para el contenido (Fischer et al., 2023).

Representación de carga cognitiva y gamificación responsable



Nota. La grafica muestra la representación de carga cognitiva y gamificación responsable. Fuente. Elaboración propia.

Meta-análisis recientes indican efectos positivos de la gamificación sobre rendimiento y motivación, con variabilidad según diseño y duración (Li et al., 2023; Zeng et al., 2024), variante low-tech: tableros físicos, fichas de misión y rúbrica impresa con colores.

Contextos diversos

En aulas con multilingüismo y diversidad cultural, ofrece modelos cercanos (temas de la comunidad, ejemplos locales) y valida repertorios lingüísticos (glosario bilingüe, lectura graduada), asegurados vías de participación: oral breve o escrita simple, con tiempo extra si se requiere mediación lingüística, integra perspectivas inclusivas en consignas y fuentes.

En [país/región] [tipo de centro], un proyecto sobre agua puede comparar datos del barrio y de fuentes nacionales, cuidando representaciones dignas, la pertenencia escolar se relaciona con logros y bienestar, y puede mediar efectos identitarios a lo largo del tiempo; incluir rutinas de acogida y reconocimiento cultural favorece esa conexión (Song et al., 2024).

Señales de alerta y apoyo

Observa indicadores tempranos: absentismo, baja participación sostenida, ansiedad ante evaluaciones o aislamiento, establece un semáforo de apoyo: verde (acompañamiento liviano), ámbar (ajustes razonables, tutoría breve), rojo (derivación y plan con familia/servicios).

Cierra cada tarea con una reflexión de 2–3 preguntas sobre esfuerzo, ayudas útiles y próximos pasos; registra en bitácora qué ajustes funcionaron, integra pausas activas, micro metas y feedback seguro, cuando uses gamificación, revisa no reforzar solo lo extrínseco; equilibrar reconocimiento con propósito mejora la implicación sostenida (Li et al., 2023) y respetar la autonomía consolida la motivación (Wang et al., 2024).

4.5. Evaluación accesible y documentación

Ítems y tareas accesibles

Redacta consignas claras y breves (≤ 120 palabras), con verbos observables y ejemplos mínimos, evita dependencias innecesarias (p. ej., no exigir video si basta audio o texto), proporciona dos medios de acceso al contenido (texto claro + visual con alto contraste, o texto + audio breve) y dos vías para responder, manteniendo el mismo objetivo y rúbrica.

Haz visible la “evidencia mínima”: qué debe aparecer sí o sí para aprobar. En [país/región] [tipo de centro] [área] [grado], prueba la consigna con dos estudiantes de perfiles distintos y anota dudas y tiempos. Si superan lo previsto, simplifica, la investigación sugiere que compartir criterios y diseñar accesibilidad desde el inicio reduce barreras en evaluación formativa y mejora la comprensión de la calidad. (Willis et al., 2023; Zhao, 2024).

Adaptaciones razonables

Establece criterios claros para tiempos ampliados, lectura en voz alta, formatos alternativos y apoyos, documenta cuándo aplicarlas (p. ej., diagnóstico, historial) y su equivalencia con la rúbrica, en pruebas cronometradas, la evidencia reciente indica que +50% de tiempo puede optimizar el desempeño y reducir presión en estudiantes con dificultades de aprendizaje. Sin embargo, su efectividad depende del uso real y del tipo de ítems, por lo que conviene monitorizar resultados y ajustar.

Mantén ruta low-tech: lectura en voz por pares o por docencia y entrega manuscrita, registra cada adaptación (qué, por qué, impacto), reporta con lenguaje simple a familias y directivos (Wei & Zhang, 2024; Witmer, 2024).

Evidencia múltiple

Triangula con portafolio, rúbricas y listas de cotejo, el portafolio permite observar progreso, reflexión y transferencia; meta-análisis recientes reportan efectos medios sobre el aprendizaje en primaria, y estudios en secundaria/superior discuten tensiones de fiabilidad y carga que se mitigan con criterios claros, capacitación breve y muestreo representativo.

En [infraestructura] limitada, usa carpetas físicas con códigos anónimos, fotografías de productos y una hoja de síntesis por criterio, mantén la misma rúbrica para todas las formas de evidencia y documenta qué apoyos usó cada estudiante para interpretar el pre-post con justicia (Doğan et al., 2024; Walland et al., 2022).

Comunicación a familias

Entrega informes breves y comprensibles: objetivo observable, evidencias usadas (dos formatos), nivel alcanzado en la rúbrica y próximo paso concreto; incluye versión de lectura fácil y, cuando sea necesario, pictogramas o audio de 60–90s.

Explica con ejemplos cómo funcionan las adaptaciones (p. ej., tiempo ampliado) y por qué no alteran el estándar de logro, en [país/región] [tipo de centro], aclara qué datos se guardan, por cuánto tiempo y cómo solicitar ajustes, invita a familias a observar “evidencia mínima” en casa (una tarea breve modelada).

Deja un canal de dudas y un registro de atenciones, esta comunicación reduce fricción, alinea expectativas y sostiene la participación del estudiante, incluso en contextos offline mediante circulares impresas.

Archivo y trazabilidad

Conserva instrumentos (ítems, rúbricas), productos (o fotos), datasets anonimizados (código, pre, post), decisiones (adaptaciones, incidentes, soluciones) y el informe de 1 página, estructura el repositorio: /instrumentos/, /productos/, /datos/, /analisis/, /informes/ y /evidencias_portafolio/; estándar de nombres: [área][grado][objetivo]_[AAAAMMDD]_vX.Y.

Vincula cada archivo con metadatos (objetivo, versión de rúbrica, apoyos usados, licencia CC BY). Programa revisión trimestral: ¿mejoró el post-pre? ¿se usaron las adaptaciones? ¿hubo incidentes? Integra hallazgos al ciclo de mejora de Cap. 2 y verifica que los criterios sean accesibles para el grupo (lenguaje, formatos, tiempo), guías recientes en accesibilidad de evaluación refuerzan este enfoque

preventivo y basado en evidencias. (Willis et al., 2023; Doğan et al., 2024).

Cierre del Capítulo 3 · DUA en el aula

Has convertido DUA en práctica cotidiana: definiste barreras frecuentes, creaste opciones de representación, vías de acción/expresión y decisiones de implicación que caben en tu realidad ([país/región] [tipo de centro] [área] [grado]).

Tus actividades ahora incluyen accesibilidad mínima (alt-text, contraste, subtítulos, lectura graduada), rúbricas claras y variantes low-tech para cuando falle la red, lo más importante: cada ajuste conserva el mismo objetivo y la misma exigencia, pero abre más puertas para demostrar el aprendizaje.

CAPÍTULO 5: ADDIE + DUA: CÓMO UNIR DISEÑO Y ACCESIBILIDAD EN TU CLASE

«El objetivo del diseño universal es simplificar la vida de todas las personas haciendo productos, comunicaciones y entornos más utilizables por el mayor número de personas posible»

Mace, 1998.

5.1. Matriz ADDIE×DUA

Propósito y estructura

Integrar ADDIE con DUA no solo previene los “parches” de accesibilidad que suelen aparecer al final del proceso, sino que asegura que la calidad se construya desde el mismo diseño, la matriz ADDIE×DUA se organiza de manera clara: las filas representan las fases del proceso (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate) y las columnas reflejan los principios del DUA (representación, acción/expresión e implicación).

En cada celda se registran decisiones concretas, la evidencia mínima necesaria y el responsable de cada acción, lo que permite un seguimiento preciso y responsable del desarrollo educativo.

En contextos como [país/ región] y [tipo de centro], donde la infraestructura y los recursos pueden ser limitados, esta matriz facilita mantener coherencia pedagógica, ya que se trabaja con un

el mismo objetivo observable mientras se ofrecen diversas opciones de acceso y de entrega que preservan la exigencia académica.

Al concluir cada fase, se marca la celda como “listo” si cumple con un criterio claro, un ejemplo breve, una variante low-tech y trazabilidad completa (fecha, versión y vínculo a artefactos), garantizando así que cada decisión se documente, se evidencie y pueda replicarse o ajustarse según sea necesario.

Figura

17

Mapa de integración ADDIE×DUA

	Representación	Acción/Expresión	Implicación
Analizar	Gráfico de ventas con segmentos por producto.	Identificar productos con mayor y menor crecimiento.	Revelar áreas de oportunidad o riesgo
Comparar	Dos informes de rendimiento	Contristar gastos operativos vs. ingresos	Entender evolución de eficiencia y rentabilidad
Sintetizar	Dos informes de financial	Contristar ejecutivo vs. ingresos	Generar visión comunitaria
Sintetizar	Múltiples encuestas de satisfacción.	Elaborar resumen ejecutivo de tendencias	Generar visión integral para mejorar servicio
Juzgar	Propuesta de proyecto con pros y contras	Pesar viabilidad técnica vs. impacto económica	Determinar si el proyecto es recomendable
Evaluuar	Resultados de un programa piloto	Medir efecto contra objetivos e ROI.	Decidir escalar, modificar o cancelar programa

Nota. Evita ‘parches’ al final; integra desde el diseño. Fuente:
elaboración propia

Mapeo por fase

- Analyze: barreras y apoyos (lectura graduada, alt-text); evidencia: ficha del grupo + pre mínimo.

- Design: matriz O-A-E con dos medios de acceso y dos vías de entrega; evidencia: storyboard y rúbrica 1 página.
- Develop: prototipos A/B, verificación de sesgos y WCAG esenciales; evidencia: checklist de accesibilidad y prueba de comprensión.
- Implement: guion por estaciones, registro de apoyos usados y equivalente low/no-tech; evidencia: bitácora + productos etiquetados.
- Evaluate: análisis post-pre y juicio con rúbrica, más decisión de mejora; evidencia: informe 1 página y versión v0.x→v1.0, cada decisión de DUA se comprueba con observables simples: comprensión en ≤60 s, dos medios presentes y una sola rúbrica para todas las vías.

Ejemplo Primaria (fila “Design”)

Contexto Primaria [área Ciencias] [grado 5.^º] [tipo de centro]: La representación del ciclo del agua se realiza mediante una consigna en texto claro (máximo 120 palabras), acompañada de un audio de 60 a 90 segundos y un diagrama con alto contraste que facilita la comprensión visual.

Para la acción y expresión, los estudiantes pueden elegir entre dos opciones de evidencia equivalente: una infografía o un audio guiado de 90 a 120 segundos que describa correctamente tres procesos del ciclo.

La implicación permite aplicar el aprendizaje a uno de dos contextos cercanos, como el huerto escolar o el clima local, sin alterar el objetivo principal, el entregable mínimo incluye un storyboard acompañado de una rúbrica con tres criterios: exactitud, claridad y vocabulario, además de pre y post evaluaciones isomorfas.

Se contemplan recursos low-tech, como fichas impresas, pictogramas y lectura en voz por turnos, garantizando accesibilidad mediante la trazabilidad de archivos, fechas, versiones, responsables y notas pertinentes

Ejemplo Secundaria (columna “Acción/expresión”)

En el contexto de Secundaria, área de Lengua, para el 9.^º grado, se propone un enfoque flexible que permite a los estudiantes alcanzar un objetivo de argumentación utilizando fuentes a través de dos vías equivalentes: pueden optar por redactar un ensayo breve de 300 a 350 palabras o producir una videocolumna subtitulada de 90 a 120 segundos.

Durante la fase de análisis, se verifica que los tiempos de lectura sean adecuados y se aseguran los apoyos necesarios para todos los

estudiantes, en la fase de diseño, se define una rúbrica común que considere la exactitud de la información, la estructura del argumento y el uso de evidencias, de manera que todos los productos puedan evaluarse de forma justa y coherente.

Durante el desarrollo, se elaboran ejemplos modelo y contraejemplos para orientar a los estudiantes, al mismo tiempo que se comprueba que el lenguaje sea inclusivo y que los textos sean legibles para diversas necesidades.

La implementación contempla estaciones que facilitan la planificación, la redacción o la grabación, así como un registro de los apoyos utilizados por cada estudiante para garantizar transparencia y seguimiento del aprendizaje.

En la evaluación, se aplica un juicio ciego usando la misma rúbrica para asegurar la equidad. Para entornos con recursos limitados, se contempla la entrega manuscrita con lectura en voz alta y la sustitución de los subtítulos por una transcripción adjunta.

Finalmente, se consideran aspectos de accesibilidad, como la inclusión de texto alternativo en imágenes, contraste AA y tipografía legible, de modo que todos los estudiantes puedan participar plenamente en la actividad.

Entregable y fuentes

Guarda la matriz ADDIE×DUA como hoja viva en la carpeta del curso; nómbrala [área][grado][objetivo]_[AAAAMMDD]_vX.Y; enlaza cada celda con sus artefactos: O-A-E, storyboard, prototipos, rúbricas, pre/post, checklist WCAG y bitácora; marca responsables y fechas.

Esta integración mantiene trazabilidad, mejora la validez de las evidencias y facilita publicar como REA cuando la privacidad esté cubierta.

5.2. Trazabilidad y documentación

Decisiones justificadas

Escribe siempre el porqué de cada ajuste con una nota breve y accionable, usa esta plantilla: objetivo afectado (conducta-condición-criterio); barrera detectada (sensorial, lingüística, motora, cognitiva o contextual); alternativas consideradas (con la descartada y motivo); decisión adoptada (qué cambia en consigna/material/evidencia); impacto esperado (sobre acceso, validez y tiempo); responsable/fecha; cómo medirás si funcionó (indicador observable y fuente de datos).

En [país/región] [tipo de centro], si la [infraestructura] es limitada, añade la equivalente low-tech (impreso/plantilla) en la misma nota,

cierra cada decisión con el enlace a la evidencia (rúbrica, pre/post, prototipo) y guarda la nota en la carpeta del curso; así queda listo para revisión de pares y auditoría ligera.

Versionado y comentarios

Estandariza nombres y versiones: [área][grado][objetivo]_[AAAAMMDD]_vX.Y; mantén un CHANGELOG.md con entradas fechadas: qué cambió, por qué, quién revisó y evidencia vinculada; usa comentarios en línea (en documentos o PDFs) para marcar dudas de claridad, sesgos y accesibilidad. Responde y resuelve antes del pilotaje; crea etiquetas: draft, pilot, v1.0, archivado.

Toda salida de IA se etiqueta como borrador hasta revisión docente, con prompt y ajustes aplicados; sin conectividad, conserva bitácoras impresas y firmas de revisión; al volver a red, sube fotos o escaneos y replica la estructura. Esta disciplina reduce el retrabajo y hace visible la evolución del diseño.

Evidencias mínimas a archivar

Guarda lo estrictamente necesario y verificable: instrumentos (pre, post, rúbricas), prototipos (consignas A/B, ejemplos), storyboard, matriz O-A-E, checklist de accesibilidad (WCAG/DUA), contrato de aula, consentimientos, bitácora (incluyendo prompts de IA y revisión

humana), datos anonimizados (código, pre, post), productos (o fotos), informe de 1 página y matriz ADDIE×DUA.

Estructura carpetas: /instrumentos/, /materiales/, /productos/, /datos/, /analisis/, /informes/, /evidencias_dua/. Define retención/borrado y control de accesos por rol. Esta trazabilidad se alinea con marcos de gestión de riesgo en IA y con políticas institucionales orientadas a responsabilidad y mejora continua.

Auditoría ligera

Agenda una revisión mensual (o por ciclo) con roles claros: docencia (validez y claridad), coordinación TIC (privacidad/accesibilidad), dirección o par externo (consistencia/pertinencia). Criterios de “listo para pilotar”: objetivos observables, evidencias alineadas, dos medios de acceso, dos vías de entrega con una sola rúbrica, checklist WCAG sin fallos críticos y paquete low-tech disponible.

Usa los criterios de “listo para escalar”: mejora post-pre documentada, tamaño de efecto informativo, incidentes resueltos y versionado estable. Vincula los hallazgos a un registro de riesgos (señal temprana, acción, responsable, plazo), usa un marco reconocido para ordenar controles y responsabilidades. Para finalizar, deja constancia de decisiones y aprendizajes en el informe de cierre.

Cierre y fuentes

La trazabilidad aclara responsabilidades, acelera la revisión entre pares y facilita convertir la secuencia en REA con metadatos y licencia. Además, te da base para justificar muestras y cambios en el análisis del Cap. 9: reporta no solo significación, sino magnitud y precisión, y documenta por qué el tamaño muestral es razonable para tu contexto (recursos, potencia, precisión).

Incluye en el informe final, el contexto, método, datos pre–post, tamaño de efecto, decisiones y próximos pasos; conecta la matriz ADDIE×DUA con tu registro de riesgos y el plan de escalado institucional; esta cultura documental fortalece la calidad y la confianza de tu comunidad educativa

5.3. Escenarios y ajustes

Conectividad

Planifica dos rutas desde el inicio, alta conectividad: materiales en el LMS, formularios de entrega, audio/subtítulos automáticos, retro breve con plantillas y respaldo en la nube. Offline/low-tech: equivalentes impresos en alto contraste, fichas con pistas graduadas, plantillas de producto y registro manual en lista de cotejo.

Mantén mismo objetivo y rúbrica, ajusta tiempos en línea, divide en micro tareas con checkpoints; sin red, usa estaciones con rotación y tiempos visibles. Evidencia equivalente: en línea, archivo o enlace con metadatos; offline, foto etiquetada + rúbrica firmada. A más,

documenta en la matriz ADDIE×DUA qué cambia en representación (audio/visuales), acción/expresión (formatos de entrega) e implicación (elección acotada). Cierra con una nota de “listo para pilotar” y quién resguarda los materiales.

Tamaño de grupo

Numerosos (≥ 35): diseña estaciones con roles definidos (facilitador/a, relator/a, verificador/a de criterios). Evalúa por muestra rotativa y usa rúbrica de 1 página para moderar carga, incorpora auto/coevaluación breve. Pequeños (≤ 20): prioriza indagación guiada y devoluciones más ricas; alterna trabajo individual y parejas para observar estrategias.

En ambos casos, fija límites de tiempo, checklist de calidad y puntos de control visibles, si la [infraestructura] es escasa, centraliza recursos en una mesa de materiales y circula con un carro de evidencias, para trazabilidad. Asimismo anota en bitácora, el rol asignado, evidencia recolectada, dudas comunes y ajustes DUA aplicados, esto permite decidir si amplías, reduces o reagrupas en la siguiente iteración.

Diversidad lingüística

Parte de un diagnóstico breve: lenguas presentes, niveles de dominio y apoyos previos: implementa lectura graduada (estándar/simplificada), glosario bilingüe con visuales y modelos

paralelos de respuesta, ofrece al menos dos vías de expresión: escrito breve o audio de 90–120 s con guion, en [país/región] [tipo de centro] [área] [grado].

Valida ejemplos con referencias culturales locales y evita tecnicismos innecesarios, documenta qué apoyos usa cada estudiante y el tiempo real, en el LMS o carpeta física. Guarda versiones por nivel, notas de claridad y productos modelo, el criterio de éxito no cambia. Para culminar, cambian los medios para demostrarlo, esta trazabilidad ayuda a ajustar consignas y a compartir prácticas en el equipo.

Necesidades específicas

Define apoyos por tipo de barrera sensorial: alt-text, contraste AA, subtítulos/transcripción, lectura en voz; motriz: navegación por teclado, superficies firmes, opción de respuesta oral o con plantillas; cognitiva: consignas ≤120 palabras, pasos numerados, ejemplos resueltos y pistas 1-2-3; atencional/ansiedad: micro metas, tiempos extendidos, pausa activa y entorno con baja distracción.

Establece límites razonables: el apoyo no reduce el estándar del objetivo; solo quita fricción de acceso o expresión; registra en la bitácora qué adaptación aplicaste, por qué y su impacto en tiempo y calidad, es decir prevé siempre la variante low-tech y la equivalencia de evidencias para sostener la validez de la evaluación.

Entregable y fuentes

Produce una Guía de escenarios en una hoja: conectividad, tamaño de grupo, diversidad lingüística y necesidades específicas, para cada casilla, indica ajuste DUA, evidencia equivalente, tiempo y responsable.

Enlázala desde tu matriz ADDIE×DUA y marca versión/fecha, revisa mensualmente qué escenarios se activaron y qué ajustes conservar, fundamenta la guía en un marco de gestión del riesgo para priorizar controles pedagógicos y técnicos, y en evidencia sobre DUA e inclusión.

5.4. Evidencias integradas y mejora iterativa

Qué recoger y cuándo

Alinea evidencias con cada fase de la matriz ADDIE×DUA, en Analyze, guarda foto de contexto (ficha del grupo, accesibilidad, riesgos) y pre mínimo, en Design, archiva matriz O-A-E, rúbrica 1 página y storyboard, en Develop, conserva prototipos A/B, checklist de accesibilidad (WCAG/DUA) y prueba rápida de comprensión.

En Implement, reúne productos del alumnado, bitácora de apoyos usados y tiempos reales, en Evaluate, registra post, tabla post-pre, observaciones por criterio y decisiones, si la conectividad es limitada,

usa equivalentes low-tech (impresos, fotos etiquetadas) con la misma rúbrica, cada archivo debe incluir metadatos: [área] [grado] [objetivo] [fecha] versión, responsable y nota de accesibilidad; es así, que cada mejora queda trazable y comparable entre cohortes.

Cómo analizar rápido

Parte con descriptivos simples: n, media/mediana, rango e IC del cambio; visualiza con barritas pre–post por criterio y un diagrama de dispersión de diferencias individuales (cada estudiante como punto anónimo).

Para decidir si el cambio es significativo y útil, reporta t pareado (o prueba no paramétrica si corresponde) y el tamaño de efecto (p. ej., g de Hedges), priorizando la magnitud y precisión sobre el p-valor, anota patrones por subgrupos (tiempos extendidos, formato de entrega).

Para ajustar apoyos DUA sin bajar la exigencia, en [tipo de centro] con [infraestructura] básica, puedes hacerlo en una hoja de cálculo con fórmulas precargadas y una pestaña de gráficos, en criterios formales, remite al Anexo E y al Cap. 9.

Cómo reportar claro

Usa un informe de 1 página encabezado: contexto (grupo, [país/región], [área], [grado], tiempos, conectividad); Método:

objetivo observable, matriz O-A-E abreviada, instrumentos (pre, post, rúbrica), ajustes DUA; resultados: tabla mini pre/post, gráfico simple y g con breve interpretación (“cambio pequeño/moderado/grande; IC...”).

Evidencias: 2–3 productos ejemplares (fotos/enlaces) con la misma rúbrica; incidencias y resolución: privacidad, accesibilidad, sesgos; decisiones: mantener, ajustar, descartar. Por último, tareas con responsable/fecha; cierra con próximo ciclo (qué medir, qué mejorar) y enlaces a la carpeta; esta estructura permite a dirección y pares entender qué funcionó sin leer un informe largo, y te deja lista la documentación para publicar como REA.

Decidir mejoras

Establece umbrales antes de pilotar, ejemplo: éxito si $\geq 65\%$ alcanzan “logrado” en dos de tres criterios y el g es ≥ 0.30 ; si no se cumple, identifica el cuello de botella: ¿consigna poco clara?, ¿apoyo DUA insuficiente?, ¿tiempo?.

Aplica un árbol de decisión: (1) mejora representación (texto claro + audio + visual); (2) amplia vías de expresión (manuscrito/audio) con la misma rúbrica; (3) ajusta andamiaje (pistas 1-2-3) o tiempos. Registra el cambio en el CHANGELOG y en la matriz ADDIE×DUA (celda afectada), planifica una micro prueba y vuelve a medir, mantén

la equivalencia low-tech para sostener validez cuando falle la red o falten dispositivos.

Cierre y fuentes

Conecta tus evidencias con la matriz ADDIE×DUA: cada decisión tiene archivo, fecha y responsable, reporta no solo “si es significativo”, sino cuánto cambió y con qué precisión. Justifica el tamaño muestral con criterios prácticos (recursos, error aceptable) y deja asentadas las suposiciones para el siguiente ciclo.

Este enfoque incrementa la calidad de las decisiones y facilita la escalabilidad (Cap. 9), referencia guía para justificar muestras y reportar magnitudes de efecto con claridad y transparencia (Lakens, 2022).

CAPÍTULO 6: LENGUA CON IA: ESCRIBIR Y MEJORAR TEXTOS

«Los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo»

Wittgenstein, 2002.

6.1. Primaria: escritura guiada

Objetivo y alcance

El objetivo de esta secuencia es que los estudiantes desarrollen una habilidad básica de escritura a través de la creación de un cuento científico o un relato informativo, el objetivo observable será que los estudiantes escriban un texto de 150–200 palabras con estructura coherente, vocabulario específico e ideas claras, durante las 2–3 horas de trabajo.

Los estudiantes seguirán una secuencia de escritura guiada que incluye preescritura, borrador y revisión, el uso de IA como andamiaje ayudará a enriquecer el vocabulario y modelar ejemplos, pero siempre se buscará mantener la autoría y creatividad del estudiante.

Actividad núcleo

La actividad se dividirá en tres fases preescritura, los estudiantes elaborarán un esquema básico de su texto, con una introducción, cuerpo y conclusión, esta fase será guiada por preguntas clave, como "¿Qué tema vas a abordar?" y "¿Qué información necesitas incluir?".

El borrador se redactará durante 45 minutos, mientras la docente circula y da apoyo, en la fase de revisión, los estudiantes compararán sus borradores con ejemplos previos y con la ayuda de la IA para mejorar la claridad y precisión del vocabulario.

Figura 18

Flujo de estaciones para escritura guiada



Nota. Modelo operativo para 2–3 horas de trabajo. Fuente: elaboración propia.

Durante todo el proceso, habrá roles definidos en el aula: el docente actuará como facilitador/a, la IA como asistente de vocabulario y los compañeros como revisores de pares.

IA para andamiaje de vocabulario

La IA apoyará en la generación de listas de palabras clave o sinónimos, ajustando el nivel de vocabulario según las necesidades

de cada estudiante, por ejemplo, si un estudiante escribe sobre el ciclo del agua, la IA sugerirá sinónimos de "evaporación", "precipitación" y "condensación" con ejemplos visuales. Además, se proporcionarán ejemplos modelados para enriquecer el vocabulario.

Figura 19

Opciones de andamiaje de vocabulario (IA y low-tech)



Nota. Equivalencia para contextos con conectividad limitada.

Fuente: elaboración propia.

Si la conectividad es limitada, la alternativa low-tech será un diccionario de imágenes o tarjetas con palabras y definiciones impresas para cada tema, esto permite que todos los estudiantes, independientemente de su acceso tecnológico, se beneficien del andamiaje.

Retro por pares y autoevaluación

Se diseñará un protocolo de retroalimentación en el que cada estudiante debe responder a dos preguntas de forma (¿es clara la estructura de tu texto? ¿Usaste transiciones entre párrafos?) y dos preguntas de fondo (¿cómo apoyas tu tema con ejemplos? ¿Tu conclusión sintetiza lo aprendido?).

La retroalimentación se dará de forma constructiva y con base en una rúbrica simplificada que contiene criterios de claridad, coherencia y uso de vocabulario. Al finalizar, cada estudiante completará una autoevaluación, donde marcará los logros alcanzados y las áreas de mejora, esta actividad servirá para reflexionar sobre el proceso de escritura y para visualizar los avances

Evaluación mínima

Se establecerán dos ítems pre–post: el pre será una pequeña descripción del tema seleccionado por el estudiante antes de iniciar la actividad, y el post será el cuento o relato informativo final. Ambos serán evaluados con una rúbrica de 4 criterios: 1) coherencia (organización de las ideas), 2) precisión (vocabulario adecuado), 3) claridad (estructura gramatical), y 4) creatividad (originalidad y enfoque).

La aplicación de estos ítems se hará sin fricción para los estudiantes, se realizará en el mismo documento en el que ellos escriban, y los resultados serán analizados rápidamente al final de la actividad.

Entregables

Los entregables de esta actividad serán el plan de clase detallado (incluyendo los tiempos y las fases), la rúbrica de evaluación simplificada, y los productos esperados (esquema, borrador y texto final).

6.2. Secundaria: argumentación y fuentes

Pregunta guía y postura

La actividad se centrará en una pregunta debatible relacionada con un tema relevante para [área] en Secundaria, por ejemplo, en Lengua y Literatura, se podría usar la siguiente pregunta: “¿Debería la tecnología reemplazar los libros de texto tradicionales en las aulas?”.

Los estudiantes deberán adoptar una postura clara, a favor o en contra, y justificar su posición con evidencia relevante, el criterio de calidad incluirá la claridad de los argumentos.

El uso adecuado de fuentes y la solidez del razonamiento, los ejemplos de posturas válidas pueden ser: "La tecnología mejora la accesibilidad del aprendizaje" o "Los libros de texto tradicionales preservan un enfoque más profundo y reflexivo", la actividad ayudará

a los estudiantes a practicar la argumentación sólida basada en evidencias.

Búsqueda y verificación

El proceso de búsqueda de evidencias será guiado, los estudiantes aprenderán a localizar fuentes confiables, preferentemente con DOI, como artículos académicos, informes o estudios recientes. Para verificar la fiabilidad de las fuentes, se explicará cómo contrastarlas en términos de credibilidad (autoridad de la fuente), actualidad (fecha de publicación) y relevancia (relación directa con el tema).

Los estudiantes también aprenderán a registrar correctamente las fuentes citadas en su trabajo, tomando nota de los detalles bibliográficos y las referencias completas, para documentar las fuentes, se usará un sistema de citas y bibliografía compatible con el estilo APA.

Uso responsable de IA

La IA será utilizada como herramienta de apoyo para la ideación y planificación de los argumentos, sin que sustituya el trabajo de autoría de los estudiantes, se enseñará cómo utilizar IA para parafrasear ideas, obtener sugerencias de estructura o generar ejemplos modelados sin perder la autenticidad del texto.

Las reglas de atribución deben quedar claras: si se usa IA para obtener datos o generar frases, debe ser citado adecuadamente, por ejemplo, si la IA sugiere una cita o reescribe un pasaje, el estudiante debe indicarlo como parte del proceso creativo, manteniendo la autoría humana, además, se dejará claro que la IA no debe ser utilizada para escribir o dar la respuesta final.

Estructura del ensayo

Los estudiantes aprenderán a organizar su ensayo en cinco secciones claras:

- Tesis: la postura que el estudiante va a defender.
- Argumentos: razones claras que apoyan la tesis, con datos y evidencias.
- Evidencia: citas y datos de las fuentes verificadas.
- Contraargumento: presentación de una postura opuesta, seguida de una refutación.
- Cierre: resumen de los argumentos clave y reafirmación de la tesis.

En cada sección, los estudiantes recibirán consignas específicas, como "¿Qué evidencia respalda este argumento?" o "¿Cómo puedes refutar este contraargumento de manera respetuosa y lógica?".

Se enfatizará la necesidad de que el texto esté bien estructurado y sea coherente a lo largo de las secciones.

Retro IA y humana

Durante el proceso de redacción, se ofrecerán momentos de retroalimentación tanto de la IA como de la docente, la IA podrá proporcionar retroalimentación sobre gramática, coherencia y fluidez en la escritura. Sin embargo, la retroalimentación humana será crucial para evaluar aspectos más profundos, como la lógica del argumento, el uso de fuentes y la coherencia global, el protocolo de retroalimentación incluirá dos momentos:

- Borrador 1: la IA proporciona sugerencias de estilo, mientras que la docente da una retroalimentación más profunda sobre la estructura del ensayo y la validez de los argumentos.
- Borrador 2: el docente ofrece retroalimentación final, aclarando posibles lagunas en el razonamiento y sugiriendo mejoras.

El uso de retroalimentación automatizada y humana asegura que los estudiantes reciban una evaluación completa de su trabajo, ayudándolos a mejorar su escritura y argumentación.

Evaluación con rúbrica

La evaluación del ensayo se basará en una rúbrica que valorará los siguientes criterios:

- Claridad: ¿La tesis está claramente presentada y es comprensible?
- Cohesión: ¿Los argumentos están bien desarrollados y organizados?
- Evidencia: ¿Se han utilizado fuentes confiables y se han integrado adecuadamente en el ensayo?
- Citas: ¿Se han citado correctamente las fuentes y se ha atribuido el uso de IA?

Además, se utilizará una co-calibración docente, donde los docentes compararán la evaluación de los ensayos y ajustarán criterios si es necesario, garantizando que la evaluación sea justa y consistente. La rúbrica será compartida con los estudiantes antes de la actividad para asegurar que comprendan los criterios de evaluación.

Cierre

Este ejercicio enseña a los estudiantes a estructurar un ensayo argumentativo sólido, basado en evidencia, mientras se integra el uso

responsable de la IA y la citación adecuada, a medida que avanzan, deben aplicar los principios de la autonomía y el pensamiento crítico, fundamentales en la educación secundaria.

6.3. Retroalimentación con IA y originalidad

Tipos de feedback

Diferencia dos planos, forma, que contempla la gramática, ortografía, claridad de oraciones, cohesión local, útil para pulir el texto. La otra forma es fondo, que incorpora la idea central, calidad de la evidencia, lógica del argumento, coherencia global, decide el valor académico. La IA puede apoyar sobre forma y dar pistas iniciales sobre fondo (preguntas guía), pero el juicio final es docente, en [país/region] [tipo de centro] [grado], organiza el proceso en tres momentos breves: borrador 0 (ideas), borrador 1 (estructura), borrador 2 (versión casi final).

La evidencia reciente sugiere que la retro con LLM mejora la revisión de textos y la motivación cuando se integra en el flujo de escritura, con magnitudes pequeñas-moderadas; requiere supervisión humana.

Criterios claros

Comparte antes de escribir una lista de cotejo o una rúbrica 1 página con 3–4 criterios: claridad de tesis, organización, uso de evidencia/citas y convenciones (registro, gramática), define descriptores observables por niveles (inicial, en proceso, logrado) y

un recuadro de “evidencia mínima”, para [infraestructura] limitada, usa versión impresa con colores por criterio y un ejemplo modelo.

Invita a marcar autoevaluación rápida ($\checkmark/\times/_?$) al cierre de cada borrador, cuando la IA se usa con rúbricas explícitas. La calidad del revisado mejora y el alumnado percibe mayor utilidad del feedback. Aun así, es clave alinear las sugerencias con los criterios públicos para mantener validez.

IA para sugerencias y ejemplos

Usa la IA como andamiaje, no como autora: 1) genera pistas graduadas (preguntas 1-2-3) sobre ida, estructura y transición; 2) propone ejemplos paralelos (misma intención retórica, distinto contenido) y variantes de lectura (estándar/simplificada); 3) sugiere una lista de mejoras priorizada para el siguiente borrador.

Registra siempre el prompt y qué aceptaste/cambiaste, variante low-tech: tarjetas de pistas, banco de ejemplos impresos y tabla de transición (“para concluir...”, “en contraste...”).

Estudios de aula muestran que el feedback con LLM puede acelerar la retro oportuna y apoyar la revisión; exige revisar sesgos y exactitud antes de publicar comentarios al estudiantado.

Honestidad académica

Establecer reglas claras y accesibles ayuda a proteger la integridad del aprendizaje y a orientar el uso responsable de la IA. Primero, la autoría: el texto final debe reflejar siempre el trabajo del estudiante. La IA solo actúa como guía y fuente de sugerencias. Segundo, la atribución: cualquier asistencia de IA debe declararse de manera transparente, por ejemplo, indicando “usé IA para reordenar párrafos y generar preguntas de mejora”.

Tercero, el uso de fuentes: se deben citar siguiendo normas APA y verificar los DOIs, evitando aceptar referencias inventadas. Cuarto, la originalidad: queda prohibido entregar directamente contenidos generados por IA sin revisión o adaptación personal, quinto, la privacidad: se recomienda incluir únicamente los datos estrictamente necesarios en los prompts.

En cuanto a los procedimientos ante posibles infracciones, se prioriza un enfoque formativo: primero se conversa con el estudiante para aclarar la situación, se ofrece la oportunidad de reescritura guiada y, solo en casos de dolo, se aplica lo estipulado en el reglamento institucional.

Para facilitar la comprensión y el cumplimiento, es útil mantener una versión low-tech del protocolo, como un afiche visible en el aula, un contrato firmado por los estudiantes y un canal anónimo para resolver

dudas, estas pautas buscan equilibrar la innovación tecnológica con la responsabilidad académica, promoviendo un aprendizaje auténtico y seguro

Evidencias de mejora

Mide el delta por criterio entre borradores: tesis (0–2), organización (0–2), evidencia/citas (0–2), convenciones (0–2), visualiza progreso con barras por estudiante/código y anota qué apoyo usó (IA, par, docente, low-tech), en [tipo de centro].

Conserva capturas o fotos con metadatos ([área][grado][objetivo]_[fecha]), reporta al grupo: “% que mejoró en ≥ 2 criterios” y ejemplos modelo antes/después, ensayos de campo con LLM reportan mejoras en revisión ($d \approx 0.19$) y afectividad (motivación, emociones positivas), útiles para sostener ciclos de escritura breve; documentar el rastro permite ajustar andamios sin bajar la exigencia.

Entregable

Entrega una “Guía de feedback” lista para aula: (1) rúbrica 1 página; (2) protocolo de tres borradores; (3) prompts seguros para IA; (4) tarjetas low-tech de pistas y transiciones; (5) hoja de deltas por criterio; (6) nota de originalidad y atribución; guarda en el LMS o carpeta física y marca versión/fecha.

Pra profundizar: meta-análisis sobre feedback automatizado en escritura (efecto medio) y ensayos con LLM en secundaria que muestran impacto positivo en revisión y motivación, con docente en el circuito. (Fleckenstein et al., 2023; Meyer et al., 2024)

6.4. Evaluación y métricas

Ítems y rúbrica

Usa dos tipos de evidencia: producción breve (un párrafo, 6–8 oraciones) y rúbrica analítica de 1 página, la rúbrica debe tener 3–4 criterios observables (tesis/idea central, organización, evidencia/citas, convenciones) con niveles inicial–en proceso–logrado. Comparte la rúbrica antes de escribir y agrega un recuadro de “evidencia mínima” (qué debe aparecer sí o sí), variante low-tech: imprime la rúbrica con código de colores, pega un ejemplo modelo y deja una lista de cotejo para la auto/coevaluación.

Para [país/región] [tipo de centro] [grado], estandariza nombres de archivos o portafolio físico: [área][grado][objetivo]_[fecha], esto facilita comparar grupos, reducir sesgo entre calificadores y sostener la trazabilidad del capítulo.

Diseña un par equivalente: mismo constructo, distinta superficie; el pre (5–7 min) activa ideas y da línea base; el post (10–12 min) se parece al pre, pero con una consigna un poco más rica; mantén

condiciones comparables (tiempo, apoyos DUA, consigna clara ≤120 palabras).

Registra resultados con códigos anónimos y guarda productos (texto, audio o manuscrito) con la misma rúbrica, en [infraestructura] limitada, usa formularios impresos y fotos etiquetadas de evidencias, al cerrar, tendrás una tabla simple por estudiante: pre (puntaje por criterio), post, delta y notas de apoyos usados; esa tabla alimenta el análisis básico y la toma de decisiones pedagógicas.

t pareado y g de Hedges (sin fórmulas)

El t pareado compara el mismo grupo antes y después, úsalo cuando cada estudiante tenga pre y post y quieras saber si el cambio promedio es mayor que cero, reporta: diferencia media, t, gl y p, pero prioriza la magnitud y precisión del cambio.

El g de Hedges es un tamaño de efecto que resume cuán grande fue la mejora (corrige sesgo en muestras pequeñas), interpreta como pequeño/mediano/grande según el contexto y el objetivo, acompaña con intervalo de confianza, si los datos son muy asimétricos. Usa una prueba no paramétrica y mantén g como medida de magnitud, justifica siempre tu tamaño muestral y decisiones de análisis (Lakens, 2022).

Informe breve

El informe debe ocupar una página y organizarse en secciones claras, en Contexto se describe el grupo, el área, el grado, los tiempos de la actividad y la conectividad disponible, lo que ayuda a situar el trabajo en su entorno, en Método se especifica el objetivo observable, la matriz O–A–E abreviada, la rúbrica utilizada y los apoyos DUA que se hayan implementado, permitiendo entender cómo se planificó y ejecutó la actividad.

En resultados se presentan una tabla mini pre–post, un gráfico sencillo y el valor de g con su interpretación clara, ofreciendo una visión rápida de los avances.

En Evidencias se incluyen 2 o 3 productos evaluados con la misma rúbrica, mostrando coherencia y consistencia en la evaluación, en Incidencias se señalan aspectos relacionados con accesibilidad, posibles sesgos y consideraciones de privacidad, mientras que en decisiones se indica qué mantener, ajustar o descartar registrando responsable y fecha para dar seguimiento.

Para la variante low-tech el material puede organizarse en una carpeta física con una hoja resumen y anexos impresos, y luego publicarse en el LMS o en el repositorio del centro incluyendo metadatos y, si corresponde, la licencia CC BY, lo que facilita la toma de decisiones y deja listo el material para el tablero del Capítulo 9

Cierre

Conecta evaluación y mejora, define umbrales de éxito (p. ej., $\geq 65\%$ “logrado” en 2/3 criterios y $g \geq 0.30$), si no se cumple, usa un árbol de decisión: clarificar consigna, ampliar apoyos DUA o ajustar tiempos, sin bajar el estándar. Registra cambios en tu CHANGELOG, re-pilota y vuelve a medir; mantén equivalentes low-tech para asegurar validez cuando falle la red.

Figura 20

Ciclo de indagación guiada con seguridad y validez



Nota. Integra control, repeticiones y trazabilidad. Fuente:
elaboración propia.

Has diseñado escritura guiada en Primaria y argumentación en Secundaria integrando IA como andamiaje (ideas, vocabulario, preguntas) sin perder autoría; tus secuencias ahora incluyen rúbricas

claras, pre–post equivalentes, retro combinada (IA + docente + pares) y un protocolo de originalidad con atribución visible.

Además, dejaste listas variantes low-tech para cuando la red falle en [país/región] [tipo de centro] [área] [grado], manteniendo el mismo objetivo y la misma exigencia.

CAPÍTULO 7: MATEMÁTICA CON IA: PENSAR, RESOLVER Y MODELAR

«Un gran descubrimiento resuelve un gran problema; pero hay un grano de descubrimiento en la solución de cualquier problema»
Polya, 1957.

7.1. Primaria: problemas no rutinarios

Objetivo y alcance

La competencia es resolver problemas no rutinarios con estrategias variadas y justificadas, objetivo observable (conducta–condición–criterio): el estudiantado resuelve un problema nuevo de [temática] en 10–12 minutos, explica la estrategia con diagrama o texto de 4–6 oraciones y verifica el resultado con una segunda representación, alcanzando 3/4 criterios de la rúbrica.

Contexto: [país/región] [tipo de centro] [grado] [infraestructura] [recursos], duración: 60–80 minutos; contenidos foco posibles: proporcionalidad, medición y unidades, patrones, área/perímetro. Entregables: solución explicada, foto/captura del trabajo intermedio y breve (“qué hice y por qué”). La IA se usa solo como andamiaje de pistas; la autoría permanece en el estudiante.

Estaciones de resolución

Organiza cuatro estaciones con rotación de 12–15 minutos: Comprender (subraya datos, reescribe el enunciado, dibuja), planificar (elige heurística: tabla, esquema, ensayo y error controlado), ejecutar (cálculos/representaciones, comprobaciones parciales) y verificar (segunda vía, estimación, unidades).

Roles por equipo: facilitador/a, cronometrador/a, portavoz, verificador/a; señalética simple en cada mesa (“antes de pasar, muestra...”), checklist y tiempos visibles.

Figura 21

Rúbrica mínima para problemas no rutinarios



Nota. Compatible con registros low-tech. Fuente: elaboración propia.

Con [infraestructura] limitada, usa carteles y kits impresos. Con dispositivos, añade temporizador compartido y hoja digital de equipo, mantén la demanda cognitiva con preguntas orientadoras sí; procedimientos cerrados, no.

IA para hints graduados

Emplea la IA para generar pistas paso a paso sin revelar la solución: 1) foco del pedido, 2) representación (dibujo/tabla), 3) relación dato-operación, 4) prueba con números fáciles, 5) verificación (unidad/razón).

Ajusta lectura a [grado] y cuida diversidad en nombres y contextos, nunca envíes datos personales; variante low-tech: tarjetas de pista numeradas (P1–P5) con el mismo orden.

Hallazgos recientes muestran que ciertas técnicas de prompting mejoran la calidad del proceso (explicación de pasos y estrategias), aunque la exactitud final exige revisión docente (Schorcht et al., 2024).

Registro metacognitivo

Implementa una bitácora de estrategia por estudiante: qué hice (representación elegida), por qué (relación/regla), qué cambiaría (próximo intento) y cómo verifiqué, añade un “pienso-en-voz-alta”

de 60–90 s por equipo: una persona explica mientras otra anota ideas clave.

Señales simples para autorregulación: semáforo (rojo = no entiendo el enunciado; amarillo = dudo del plan; verde = listo para verificar); variante offline: plantillas impresas con casillas y pictogramas; con dispositivos, formulario corto y códigos anónimos.

Este rastro sostiene la evaluación del proceso, habilita retro oportuna y deja trazabilidad para ajustar enseñanza y apoyos en la siguiente iteración.

Evaluación formativa

Usa una rúbrica de proceso con cuatro criterios: comprensión, estrategia, precisión y comunicación (niveles: inicial–en proceso–logrado), complementa con mini-quizzes isomorfos de 1–2 ítems para medir transferencia; criterios de éxito: $\geq 70\%$ alcanza 3/4 criterios y $\geq 60\%$ mejora en estrategia entre intento 1 e intento 2.

Los estudios sobre sistemas tutoriales inteligentes indica efectos prometedores cuando el apoyo se integra al flujo de clase y se controla calidad/validez de tareas (Wang et al., 2023; del Olmo-Muñoz et al., 2023).

Mantén accesibilidad mínima: lectura graduada del enunciado, alt-text, glosario con ejemplos y opción de respuesta oral/manuscrita con la misma rúbrica.

Entregables y fuentes

Prepara: plan de clase (tiempos/roles), set de problemas (base + 2 variantes), banco de pistas (P1–P5), bitácora de 1 página, rúbrica y ejemplos modelo (buen proceso con error final y viceversa).

Archiva con convención [área][grado][temática]_[fecha] y licencia CC BY si aplica, para profundizar en prompting y ayudas escalonadas con IA/ITS en resolución de problemas: (Schorcht et al., 2024; Wang et al., 2023; del Olmo et al., 2023).

7.2. Secundaria: modelación con datos locales

Pregunta contextualizada y fenómeno.

Elige un tema cercano al alumnado de [país/ región] y a tu [tipo de centro], por ejemplo: “¿Cómo varía el tiempo de viaje al colegio según el barrio y la hora?”, define variables claras (minutos, barrio, hora punta/no punta) y unidades. Delimita alcance con dos semanas de medición, curso de [grado], muestra mínima de 30 estudiantes.

Aclara supuestos sin datos sensibles, participación voluntaria, anonimato mediante códigos, el objetivo observable: “El estudiante construye un conjunto de datos, ajusta un modelo simple y explica su

validez con dos límites del modelo”. Esta aproximación de problema-real y datos auténticos fortalece la alfabetización de datos y la motivación del grupo (Witte et al., 2025; Schreiter et al., 2024).

Recolección y curación de datos.

Usa fuentes combinadas con levantamiento propio (encuesta breve), registros escolares no sensibles (asistencia/tiempos agregados) y portales de datos abiertos del municipio. Define calidad mínima, que implica coherencia de formatos, ausencia de valores imposibles y metadatos básicos (quién, cuándo, cómo).

Minimiza riesgos, no recolectes nombres, exactos domicilios ni identificadores; separa la tabla de respuestas de la tabla de códigos. Establece responsable de resguardo en el centro y un plan de borrado al cierre del proyecto. Para decisiones sobre herramientas con IA, aplica principios de gestión de riesgo (transparencia, seguridad, equidad) y no subas datos sensibles (NIST, 2023; U.S. Dept. of Education, 2023).

IA para limpieza y exploración.

Emplea IA como asistente de EDA (exploración de datos) para detectar atípicos, sugerir variables derivadas (p. ej., rango horario), resumir patrones iniciales y proponer visualizaciones simples. Mantén control docente, lo que refiere a revisar cada sugerencia antes de cambiar el set de datos y documenta lo aceptado/rechazado.

Por privacidad, trabaja con datos pseudonimizados en hojas de cálculo locales y on-premise. Si usas servicios en la nube, evita cargar campos sensibles y verifica términos.

En contextos de baja conectividad, realiza la limpieza con planillas y reglas sencillas (filtros, validaciones), recuerda que el profesorado suele disponer de calculadoras y hojas de cálculo, lo que hace viable esta fase sin software complejo (Rosenberg et al., 2022; NIST, 2023).

Construcción del modelo.

Selecciona un modelo simple acorde al fenómeno: proporcionalidad directa o regresión lineal para “tiempo vs. distancia” o “ausencias vs. temperatura”. Explica supuestos sin fórmulas que implica relación aproximadamente lineal, independencia relativa de observaciones, influencia moderada de atípicos.

Valida con división simple de datos (entrenamiento/prueba) o verificación cruzada manual (deja 5–10 casos para contrastar), declara límites con correlación no implica causalidad.

El modelo resume el patrón medio, no casos individuales, este enfoque “holístico” prioriza propósito, procedencia y comunicación, por encima de algoritmos opacos (De Veaux et al., 2022; Lee et al., 2022).

Interpretación y errores comunes.

Distingue correlación de causalidad con ejemplos locales: más tráfico no “causa” tardanza si intervienen rutas y clima. Es una asociación, evita extrapolar fuera del rango observado (no proyectes tiempos en feriados si mediste días lectivos), revisa puntos influyentes con gráficos residuales o comparación “sin ese dato”.

Registra tres decisiones qué aceptas del modelo, qué rechazas y qué preguntas surgen; integra un mini chequeo de comprensión, donde el estudiante explica con sus palabras qué predice el modelo y cuándo falla, citando al menos dos límites (Schreiter et al., 2024; De Veaux et al., 2022).

Comunicación de resultados.

Pide un informe de 1 página para audiencia escolar: contexto, datos y cuidado ético, gráfico principal con alt-text, hallazgos en lenguaje llano y dos decisiones prácticas (p. ej., ajustar hora de entrada de un curso piloto), incluye un gráfico por idea (dispersión con recta, barras comparativas) y evita sobrecarga visual.

Archiva anexos con set final, cuaderno de decisiones y código/plantilla; para baja conectividad, imprime tablas limpias y usa plantillas de interpretación: “¿qué muestra?, ¿qué no muestra?, ¿qué dudas deja?”; el objetivo es que cualquier lector del [tipo de centro] pueda entender el mensaje y sus límites (Witte et al., 2025).

MDPI

Cierre y fuentes, cierra con una retro breve: ¿mejoró la capacidad de formular preguntas con datos?, ¿interpretar pendientes?, ¿comunicar límites?. Propón siguientes pasos para ampliar variables (clima, obras viales), comparar cursos o replicar en otra sede. Para el docente, deja el paquete reproducible: datos, guion, plantillas y changelog.

7.3. Diagnóstico de errores

Taxonomía de errores

En Matemática escolar, clasificar los errores permite intervenir mejor, trabajaremos con tres categorías que incluyen conceptuales (ideas equivocadas, p. ej., “distribuir exponente en suma”: $(a+b)^2=a^2+b^2$), procedimentales (pasos incorrectos, como dividir por cero o perder un signo) y de lectura/contexto (malinterpretar una condición, unidades o el sentido del problema).

En 4.^º de Primaria, un error conceptual típico es “3/5 es menor que 1/5”; en 1.^º de Secundaria, uno procedural común es “ $-2 \times (-3) = -6 - 2$ ”, esta taxonomía es coherente con la literatura reciente que invita a detectar y usar el error como oportunidad, no solo como falla.

Además, la IA puede apoyar la detección de pasos erróneos en razonamientos matemáticos si se diseñan prompts pedagógicos (Shimizu & Kang, 2025; Jiang et al., 2024).

Banco de ítems con distractores

Para medir cada tipo de error, construye un banco de ítems con distractores alineados a malentendidos reales, ejemplo (Secundaria, proporcionalidad): “Una receta para 4 personas usa 150 g de arroz. ¿Cuánto para 6?” opciones: 225 g (correcta), 200 g (proporción aditiva; conceptual), 300 g (doble; lectura rápida), 75 g (cálculo a la mitad; procedimental) registra cuál distrajo a quién y por qué.

La evidencia reciente muestra que generar distractores coherentes con errores mejora el valor diagnóstico; los LLM ayudan a proponerlos, pero suelen fallar al anticipar equivocaciones auténticas si no se calibran con datos estudiantiles (Feng et al., 2024; Fernández et al., 2024).

IA para clasificar respuestas

Usa IA como filtro preliminar: agrupa respuestas abiertas por patrón de justificación (p. ej., “suma exponentes”, “confunde razón con diferencia”), modelos BERT/MathBERT y enfoques de meta-aprendizaje con ejemplos en contexto han mostrado mejoras al puntuar y agrupar respuestas cortas de matemática.

Es muy importante, que este proceso sea siempre con revisión humana y datos anonimizados, define criterios de agrupación (regla/propiedad invocada, paso fallido, unidad), y etiqueta muestras “semilla” por cada error.

Luego, el docente valida lotes y corrige asignaciones dudosas, documenta: prompt, versión del modelo, conjunto de entrenamiento y tasa de desacuerdo humano-IA (Zhang et al., 2022; Takano & Ichikawa, 2022; Schorcht et al., 2024).

Intervenciones focalizadas

A cada grupo de error, responde con mini lecciones de 10–15 min, manipulativos/representaciones múltiples y práctica espaciada, ejemplos: para $(a+b)2$ usa área compuesta (cuadrícula) y contraejemplos guiados; para signos y operaciones, tablas de producto y pistas graduadas; para lectura/contexto, resaltado de datos, unidades y “¿qué pide?” en voz alta.

Usa también, la variante low-tech con tarjetas de error con explicación correcta al dorso, taller de “diagnóstico rápido” en parejas y hoja de ruta personal (“qué hice, qué cambiaré”), en todos los casos, cierra con un problema isomorfo que mida si la corrección se consolidó (Schorcht et al., 2024).

Evidencias de corrección

Mide progreso por tipo de error, 1) ítems anclados: repite (con números distintos) el mismo esquema del error para comparar pre-post, 2) rúbrica breve (0: sin estrategia; 1: estrategia errónea; 2: estrategia correcta con fallos menores; 3: estrategia y justificación correctas), 3) deltas por error: porcentaje que deja de caer en cada

trampa, 4) muestreo de justificaciones: revisa si la explicación nombra la propiedad correcta.

La IA puede detectar pasos fallidos en cadenas de razonamiento y apoyar los conteos automáticos, pero las decisiones de promoción o calificación requieren verificación docente (Jiang et al., 2024; Zhang et al., 2022).

Entregable y fuentes

Cierra con una “Guía de errores del curso” (plantilla): taxonomía local, ítems por error con distractores justificados, prompts de IA y reglas de privacidad, protocolos de mini-lecciones, rúbrica y tablero de deltas por error, guarda versiones, fecha, responsable y evidencia (muestras anonimizadas).

Actualiza cada unidad con nuevos errores emergentes y selecciona 3 ítems ancla para el trimestre, recomendado para lo cual se debe revisar mensualmente la calidad de distractores y la precisión del clasificador con una muestra auditada por pares.

7.4. Pistas graduadas y variantes

Diseño de hints

Crea ayudas breves, claras y centradas en estrategia, no en resultados, regla de oro: ayuda mínima eficaz, estructura cada pista con un verbo de acción (“representa”, “relaciona”, “verifica”) y un ejemplo micro. Como ejemplo, usa proporcionalidad con pistas, donde la pista 1 “¿Qué te pide exactamente? subraya la pregunta”; pista 2 “Dibuja/tabla con cantidades conocidas y la incógnita”; pista 3 “¿Qué razón o tasa aparece? escríbelo”; pista 4 “Prueba con un número fácil para ver si tu plan funciona”; Pista 5 “Verifica unidad y sentido”.

Esta secuencia mantiene la demanda cognitiva y reduce la tentación de dar la solución, la evidencia reciente muestra que el prompting bien diseñado mejora la calidad del proceso en resolución con IA; la revisión docente sigue siendo necesaria para asegurar exactitud matemática (Schorcht et al., 2024).

Niveles de ayuda

Establece 3–5 niveles crecientes: pregunta diagnóstica (¿qué se sabe/qué falta?), reencuadre (reescribe con tus palabras), representación (diagrama/tabla), paso intermedio (operación o relación clave) y verificación (unidad, estimación, segunda vía). Marca cada nivel como P1–P5 y retira ayudas en cuanto el grupo progresiona (fading), señal de parada: si con P3 el estudiante avanza, no

entregues P4–P5; en contextos low-tech, imprime tarjetas P1–P5; con dispositivos, usa un formulario que libera la siguiente pista solo si el equipo justifica el intento anterior.

El uso de ayudas escalonadas y su retirada gradual se alinea con la evidencia sobre tutores inteligentes y ejemplos guiados en Matemática (Son, 2024; Barbieri et al., 2023).

Variantes isomorfas

Genera variantes que cambian contexto o números, pero conservan la misma estructura: datos, relación, representación y paso crítico. Procedimiento: 1) identifica el esqueleto (p. ej., razón constante); 2) cambia nombres/escenario (receta ↔ mezcla de pintura); 3) ajusta números (mantén razones “limpias” y luego “no exactas”); 4) verifica que la misma estrategia resuelva las variantes.

Úsalas para práctica espaciada, mini-quizzes y verificación de transferencia.

Figura 22

Representación de variantes isomorfas



Nota. Figura que muestra la representación gráfica de criterios variantes isomorfas. Fuente. Elaboración propia.

Los ejemplos trabajados y sus variaciones muestran efectos moderados en rendimiento matemático; útiles si se integran sin sobrecargar al alumnado (Barbieri et al., 2023).

Control de dificultad

Ajusta tres perillas: números (pequeños → grandes, fracciones/decimales), representaciones (solo texto → texto + diagrama → datos ruidosos) y tiempo (más corto para consolidar; más largo para explorar), haz un piloto con 4–6 estudiantes: mide tiempo real, pasos donde se atascan y cuántas pistas usaron.

Si más del 60% requiere P4–P5, revisa consigna o representación sugerida, documenta cambios en un CHANGELOG y marca

versión/fecha, revisión rápida: ¿la pista enfocó en estrategia?, ¿mantuvo el estándar?, ¿evitó revelar la operación final? Las revisiones sobre tutores/andamiajes señalan que el diseño de ayudas debe considerar el rol docente y el contexto para lograr impacto (Son, 2024).

Entregable

Entrega un paquete listo para aula: (1) set de hints P1–P5 por tema, (2) 2–3 variantes isomorfas por problema (base + dos cambios), (3) guía de uso con criterios de retirada, (4) versión low-tech (tarjetas impresas) y (5) hoja de registro (pistas usadas, tiempo, resultado), nombra archivos: [tema][grado][fecha]_vX.Y. Incluye una nota de privacidad (no subir datos personales a servicios de IA).

Cierre del Capítulo 7 · Matemática con IA

Diseñaste problemas no rutinarios con estaciones, pistas graduadas y variantes isomorfas que mantienen la demanda cognitiva, condujiste un proyecto de modelación con datos del entorno y cuidaste privacidad y trazabilidad.

Diagnosticaste errores frecuentes con una taxonomía clara y creaste intervenciones focalizadas, en [país/ región] [tipo de centro] [grado], todo quedó listo en formatos equivalentes low-tech para cuando falte conectividad, tu carpeta ahora incluye set de problemas, banco de

pistas P1–P5, rúbricas de proceso, guía de errores y plantillas de informe de 1 página.

Mini-checklist de calidad (marca ✓)

- Objetivo observable y evidencia mínima por actividad.
- Enunciados con lectura graduada y apoyo visual (alt-text/contraste).
- Pistas centradas en estrategia (no revelan la operación final).
- Variantes isomorfas que conservan estructura y criterio.
- Rúbrica breve de proceso (comprensión, estrategia, precisión, comunicación).
- Registro de apoyos usados (IA, par, docente) y tiempos reales.
- Informe pre–post con decisiones: mantener, ajustar o descartar.

Acción inmediata

Elige un problema clave y crea dos variantes (contexto y números) más un set P1–P5, pruébalas mañana con un mini-piloto de 15 minutos, mide tiempo, pistas usadas y tasa de verificación correcta,

anota ajustes en tu CHANGELOG y sube el paquete versionado para el equipo.

Puente al siguiente capítulo

Llevaremos estas prácticas a proyectos integrados: combinaremos texto, datos y visualizaciones para comunicar hallazgos a audiencias reales, mantendremos ADDIE×DUA como marco, y seguiremos midiendo con pre–post y tamaño de efecto para escalar lo que funciona en tu centro.

Cierre del Capítulo 7 · Ciencias con IA

Has convertido la curiosidad en preguntas investigables, definido variables medibles y formulada hipótesis con predicciones claras. Diseñaste protocolos seguros y viables con controles y repeticiones, integraste simulaciones/REA cuando el riesgo o los recursos lo exigían, y organizaste datos, gráficos y explicaciones con trazabilidad.

Además, dejaste lista una bitácora de indagación accesible (DUA), con checkpoints de retro y comunicación a familias en lenguaje claro, en [país/región] [tipo de centro] [grado], todo cuenta con variante low-tech/offline para sostener la continuidad del aprendizaje cuando la [infraestructura] es limitada.

Mini-checklist de calidad (marca ✓)

- Pregunta acotada y operacionalizada (qué, cómo, con qué unidad, cuánto tiempo).
- Hipótesis “si... entonces... porque...” + predicciones cuantitativas o cualitativas.
- Protocolo con EPP, riesgos y puntos de alto claramente señalados.
- Control y ≥ 3 repeticiones por condición; hoja de datos con metadatos.
- Un gráfico accesible con alt-text y una explicación de 4–6 oraciones que incluya límites.
- Bitácora con evidencias mínimas (tabla, gráfico, fotos con alt-text) y registro de retro (pares/docente/IA).
- Carpeta organizada y versionada: instrumentos, datos anonimizados, análisis, informe en una página.

Acción inmediata

Elige una indagación breve (≤ 2 semanas), ajusta una medida de seguridad (EPP o residuos), una decisión de validez (control o repeticiones) y una mejora de accesibilidad (lectura graduada + alt-text), repite el post y registra cambios en claridad, tiempos y calidad de datos, archiva todo con la convención [área][tema][grado]_[AAAAMMDD]_vX.Y.

Puente al Capítulo 8

Daremos el salto a Proyectos STEAM con IA: integrarás lengua, matemática y ciencias en retos auténticos, con ADDIE×DUA como marco y un tablero de pre–post para decidir qué escalar en el centro, mantendremos seguridad, trazabilidad y comunicación clara como pilares del trabajo.

CAPÍTULO 8: CIENCIAS CON IA: INVESTIGAR, EXPERIMENTAR Y EXPLICAR

«La ciencia es una manera de pensar, mucho más que un cuerpo de conocimientos» Sagan, 1995/1997

8.1. Preguntas e hipótesis

De curiosidad a pregunta investigable

Empieza con lo que el grupo ya se pregunta sobre su entorno en [país/ región] [tipo de centro] [grado], toma una curiosidad (“¿Por qué unas plantas crecen más que otras en el patio?”) y conviértela en una pregunta clara y acotada: ¿Cómo afecta la cantidad de luz (4, 6 u 8 horas) al crecimiento (cm/semana) de plantas del patio escolar durante 21 días?.

Revisa que incluya qué, quién/dónde, cuándo y que pueda responderse con datos, sugiere 2–3 preguntas vecinas y elige la más viable según tiempo, materiales y seguridad. Explica al alumnado que investigaremos una relación, no “probaremos todo”, esta claridad inicial mejora la orientación y la participación en indagación guiada (Urdanivia Alarcón et al., 2023)

Variables y operacionalización

Nombra variable independiente (cantidad de luz) y dependiente (crecimiento en cm/semana), define unidades, rangos y cómo medir con instrumentos accesibles (regla, cinta métrica, app de luz si está permitido). Establece frecuencia (medir lunes y jueves), en tamaño (tres macetas por condición) y criterios de exclusión (plantas enfermas), prepara una hoja de registro con columnas simples y códigos anónimos.

Añade accesibilidad DUA: instrucción en lectura graduada, pictogramas de instrumentos y alt-text en fotos, si no hay conectividad, usa tablas impresas y una carpeta con fundas plásticas, esta operacionalización reduce ambigüedades y respalda comparaciones válidas entre condiciones. (Urdanivia et al., 2023)

Hipótesis y predicciones

Redacta una hipótesis verificable con estructura si, entonces, porque: si aumentamos la luz de 4 a 8 horas, entonces el crecimiento semanal será mayor, porque la fotosíntesis depende de la disponibilidad de luz, añade predicciones cuantitativas (p. ej., $8\text{ h} \approx 30\text{--}50\%$ más que 4 h) y cualitativas (hojas más grandes), diferencia hipótesis (explicación tentativa) de predicción (lo que esperamos medir).

Pide al grupo que escoja señales de refutación (p. ej., 8 h no supera 6 h) para discutir límites del fenómeno y evitar conclusiones

apresuradas, la indagación bien guiada favorece creatividad científica y explicaciones más sólidas. (Xu et al., 2024)

IA para refinar preguntas

Usa la IA como asistente de formulación, no como oráculo: pídele versiones alternativas de la pregunta, contraejemplos (casos donde no esperes el efecto) y límites del diseño (clima, tipo de planta), revisa sesgos (contextos no pertinentes a tu escuela) y ajusta el nivel lector. No subas datos personales; trabaja con descripciones generales, variante low-tech: baraja de tarjetas de preguntas (qué cambia, qué medimos, con qué unidad, cuánto tiempo).

Los estudios recientes muestran intención positiva del profesorado hacia el uso de GenAI para apoyar fases iniciales de la indagación, con cautela por exactitud y dependencia (Ramnarain et al., 2024; UNESCO, 2023).

Plan de indagación guiada (IG/IBSE)

Esboza el ciclo: 1) orientación (fenómeno y pregunta final), 2) conceptualización (variables, hipótesis), 3) investigación (protocolo, recolección), 4) conclusión (análisis y explicación) y 5) discusión (límites y mejoras).

Define éxito mínimo: al menos 2 mediciones válidas por condición, hoja completa, gráfico básico y explicación de 4–6 oraciones que

compare condiciones; señala evidencias a archivar con fotos con alt-text, tablas, gráficos en alto contraste y reflexiones.

Incluye roles (coordinación, medición, registro) y tiempos; si falta conectividad, usa plantillas impresas y un pizarrón para la agregación final (Urdanivia et al., 2023)

Entregables

Cierra este apartado con, y haz una pregunta final, variables y su medición, hipótesis + predicciones, plan de IG (fases, roles, tiempos) y checklist de evidencias mínimas, organiza todo en una carpeta con convención [área][grado][tema]_[fecha] y licencia CC BY si lo compartirás como REA.

8.2. Diseño experimental y seguridad

Protocolo paso a paso

Escribe un procedimiento claro, secuenciado y observable, con pre-lab (objetivo, hipótesis, riesgos y roles), ejecución (tiempos por estación, EPP requerido, “puntos de alto” para consulta) y cierre (limpieza, residuos, registro y foto con alt-text de la instalación).

Define criterios de éxito mínimos como el de completar mediciones válidas, registrar datos sin tachones y explicar una decisión de control. Integra accesibilidad (DUA) con versión de lectura fácil y pictogramas de EPP.

Algunos artículos evidencian que la enseñanza de seguridad debe promover comprensión, no memorización, actividades guiadas y multimodales mejoran la adherencia a protocolos y la cultura de seguridad (Townsend & Goffe, 2022).

Materiales low-cost/reciclados

Elige materiales seguros y asequibles: vasos medidores reutilizables, botellas PET (no para disolventes), jeringas sin aguja, colorantes alimentarios, sensores escolares y balanza básica. Sustituye reactivos peligrosos por análogos inocuos (p. ej., bicarbonato/ácido cítrico en vez de ácidos fuertes) y limita volúmenes, etiqueta todo en letras grandes y con códigos de color.

Agrega hoja de datos en lenguaje simple, mantén un inventario con fecha, cantidad y responsable, y un plan de gestión de residuos por tipo, estudios recientes documentan brechas en inventarios y desecho que elevan el riesgo en laboratorios educativos. Las mejoras pasan por procedimientos simples y visibles (Omer et al., 2024; Ezenwa et al., 2022)

Seguridad y consentimiento

Antes de empezar, realiza identificación de peligros y evaluación de riesgos (químicos, térmicos, biológicos, cortopunzantes), define EPP (bata, gafas, guantes), rutas de evacuación y protocolo de residuos, en [tipo de centro], documenta consentimiento para imágenes/datos,

uso de simuladores/IA y reglas de anonimización; comparte un contrato de laboratorio en lectura fácil, registra incidentes y casi-incidentes con fecha, causa y acción correctiva. La cultura de seguridad mejora cuando las normas se integran en la práctica cotidiana y los reportes alimentan decisiones (Omer et al., 2024)

Controles y repeticiones

Incluye un control (condición base) y, al menos, tres repeticiones por condición para reducir la variabilidad, especifica tolerancias de medición (± 1 mL, ± 0.1 g) y criterios de descarte (muestra contaminada o fuera de rango). Planifica un orden aleatorizado de ensayos cuando sea posible y un equipo auditor que verifique tiempos, unidades y unidades de medida.

En indagación escolar, la calidad del diseño (control, repetición y registros) se asocia a mejores explicaciones y menor error de interpretación; la revisión por pares entre grupos refuerza esa calidad. (Jegstad, 2024)

Simulaciones y alternativas

Si faltan equipos o hay riesgo elevado, usa simulaciones validadas y REA (p. ej., fenómenos de física/química con PhET), combina prácticas breves con simulación para preparar la experiencia presencial, o como sustituto parcial en contextos low-tech (guías impresas y discusión guiada).

Las simulaciones, bien integradas, mejoran la comprensión conceptual y pueden sostener la indagación cuando el acceso a laboratorio es limitado; no reemplazan el desarrollo de destrezas prácticas, por lo que conviene alternarlas con micro prácticas seguras. (Banda et al., 2021, Diab et al., 2024)

Recolección de datos

Define instrumentos, calibración simple (cero de balanza, verificación de regla), frecuencia y plantilla de registro con campos obligatorios (fecha, condición, valor, unidad, responsable), capacita al grupo en manejo de datos atípicos y faltantes (marcar, no borrar) y en metadatos con versión del protocolo, lote de materiales, temperatura ambiente.

Si usas plataformas digitales o IA para organizar datos, anonimiza y conserva una copia offline, las revisiones sobre laboratorios virtuales muestran que registrar acciones y decisiones mejora el análisis y la retroalimentación, pero requieren estándares de calidad en la captura (Elmoazen et al., 2023)

Cierre

Resume el diseño en una hoja de una página: objetivo, hipótesis, variables, control, repeticiones, seguridad (EPP, residuos), simulaciones/alternativas y lista de verificación para montaje y limpieza, archiva el protocolo firmado, inventario y bitácora de

incidentes, conecta con el análisis del Tema 7.3 (tablas, gráficos y explicación) y acuerda mejoras para el siguiente ciclo.

8.3. Análisis y explicación con citas

Organización de datos

Utiliza una tabla simple con columnas fijas: [código], [condición], [medición], [unidad], [fecha], [responsable]. Define reglas de color claras y accesibles (alto contraste) para indicar ausentes (NA) y valores atípicos (Δ), sin borrar nada. En su lugar, marca y anota el motivo.

Asegúrate de incluir metadatos mínimos con versión del protocolo, lote o materiales utilizados, temperatura o condiciones ambientales, y ubicación (país/región), tipo de centro y grado.

Si no hay conectividad, trabaja con hojas impresas protegidas en fundas plásticas, al finalizar, fotografía y nombra cada registro siguiendo el formato: [área][tema][grado]_[AAAAMMDD], este orden facilita la comparación de condiciones y la redacción de explicaciones claras.

La alfabetización de datos en K-12 resalta que prácticas explícitas de registro y organización contribuyen al desarrollo del juicio crítico sobre la calidad de los datos (Witte et al., 2025).

Visualizaciones simples

Elige el gráfico según el tipo de dato: barras (comparar categorías), líneas (cambio en el tiempo) y dispersión (relación entre dos variables), acompaña cada figura con título claro y alt-text que diga: qué se ve (variables/unidades), qué destaca (tendencia/orden) y qué no muestra (causas), en [infraestructura] limitada, usa papel/regla y rotuladores.

Luego toma una foto etiquetada, evidencia de HCI muestra que títulos/captions bien redactados dirigen la atención a rasgos relevantes y mejoran la extracción de hallazgos; además, existen herramientas para hacer gráficos más accesibles cuando se publican en la web. (Kim et al., 2021; SeeChart, 2023).

IA para síntesis y analogías

Usa la IA como asistente de lectura de tus datos, no como árbitro: pídele un resumen de tendencias en lenguaje apto para [grado] y dos analogías cotidianas del fenómeno; compara con tus observaciones y corrige si se equivoca. No subas datos sensibles; trabaja con tablas pseudonimizadas, documenta qué aceptaste y qué descartaste.

Por tanto, los LLM pueden resumir y explicar conceptos con beneficios puntuales en comprensión, si hay revisión docente y trazabilidad del proceso. (Jyothy et al., 2024).

Interpretación y validez

Vuelve a la hipótesis: ¿los datos la apoyan o la refutan? Reporta patrones (aumenta/disminuye, lineal/no lineal) y fuentes de error (instrumento, procedimiento, variabilidad natural). Evita confundir correlación con causalidad, si dos variables cambian juntas, no significa que una cause la otra. Explica posibles variables de confusión.

Declara límites del modelo o del diseño (rango de medición, tamaño de muestra) y qué cambiarías en el próximo ciclo. Un enfoque holístico de educación en datos pone el énfasis en propósito, procedencia y comunicación de resultados, más que en técnicas aisladas. (De Veaux et al., 2022).

Citas y trazabilidad

Cita toda fuente externa que uses (artículos, REA, datos abiertos), formato APA 7: autor(es), año, título, revista/portal, volumen(número), páginas o artículo, DOI en formato https, añade metadatos a tu carpeta con licencia (si públicas como REA), versión del archivo, enlaces a datos/gráficos y bitácora de decisiones (qué cambiaste y por qué).

Para [tipo de centro], acuerda un repositorio común (LMS/carpeta compartida) con estructura estándar, esta disciplina sostiene la

auditoría pedagógica y permite reutilizar o escalar buenas prácticas. (Witte et al., 2025).

Entregable

Produce un informe de 1 página: contexto y pregunta, método (variables/protocolo), tabla limpia, un gráfico con alt-text, interpretación en 4–6 oraciones (qué muestran y qué no), límites y próximo paso, adjunta anexo con datos y referencias en APA 7 con DOI cuando exista.

Para fortalecer el juicio científico del alumnado, mantén el foco en claridad, validez y comunicación responsable de resultados, revisión sugerida mediante un par docente verifica que el texto coincide con la evidencia (De Veaux et al., 2022; Kim et al., 2021).

Bitácora y evaluación

Estructura del cuaderno

Organiza un cuaderno de indagación con secciones fijas y visibles: fecha, pregunta, hipótesis/predicciones, procedimiento (con seguridad), datos (tabla con unidades), análisis (gráfico + breve explicación), conclusión y próximos pasos.

En [país/ región] [tipo de centro] [grado], ofrece versiones low-tech (plantillas impresas) y digitales con campos obligatorios y alt-text

para fotos, usa lenguaje claro (≤ 120 palabras por consigna) y pictogramas de instrumentos.

Los cuadernos digitales tipo SNUDLE muestran que integrar pautas DUA en el registro favorece la participación y hace más transparente el proceso de indagación, aunque requieren acompañamiento docente para sostener calidad y motivación. (Yu et al., 2021).

Evidencias mínimas

Define qué no puede faltar por experiencia: (1) una tabla limpia con códigos y unidades, (2) un gráfico acorde al dato (barras/líneas/dispersion), (3) una explicación de 4–6 oraciones que compare condiciones y declare límites, (4) fotos de montaje con alt-text, (5) firma/validación de seguridad y limpieza, estandariza nombres de archivo: [área][tema][grado]_[AAAAMMDD].

Para accesibilidad y evaluación para el aprendizaje, comparte criterios de éxito en lectura fácil (p. ej., “tu gráfico tiene título, ejes y unidad”). Adaptar criterios visibles mejora el acceso y la comprensión de lo que se espera lograr (Willis et al., 2023).

Retroalimentación formativa

Instala checkpoints breves: tras el primer registro de datos, tras el primer gráfico y antes del informe final combina tres voces: pares (preguntas guía: “¿qué muestra?, ¿qué falta?”), docente (validez del

procedimiento, control/replicación) e IA como apoyo para forma (claridad del texto, títulos, alt-text) sin decidir el fondo.

Registra en el cuaderno qué cambió tras cada retro, en laboratorios presenciales o virtuales, documentar decisiones y acciones mejora el análisis posterior y la calidad del feedback, finalmente sostén estándares mínimos para la captura y la trazabilidad (Elmoazen et al., 2023).

Comunicación a familias

Cierra cada indagación con un resumen de 1 página en lenguaje cotidiano: pregunta, cómo medimos (sin datos sensibles), qué encontramos (gráfico y 3 ideas clave), qué no muestra el estudio y qué haríamos distinto, ofrece versión lectura fácil/pictogramas y traducción si aplica.

La evidencia reciente sobre comunicación escuela-hogar destaca focalizar el mensaje en aprendizajes y próximos pasos, con formatos accesibles y consistentes tras experiencias de pandemia (school communication., 2023).

Entregables

Entrega una plantilla de bitácora (impresa/digital), una rúbrica breve para cuaderno e informe (claridad, validez, evidencia, comunicación), y un checklist de evidencias mínimas. Archiva

ejemplos modelo y un changelog con mejoras por ciclo, vincula el cuaderno al Tablero del Cap. 9 para seguimiento institucional.

Cierre del Capítulo 8 · Ciencias con IA

Has convertido la curiosidad en preguntas investigables, definido variables medibles y formulado hipótesis con predicciones claras, diseñaste protocolos seguros y viables con controles y repeticiones, integraste simulaciones/REA cuando el riesgo o los recursos lo exigían, y organizaste datos, gráficos y explicaciones con trazabilidad.

Además, dejaste lista una bitácora de indagación accesible (DUA), con checkpoints de retro y comunicación a familias en lenguaje claro, en [país/región] [tipo de centro] [grado], todo cuenta con variante low-tech/offline para sostener la continuidad del aprendizaje cuando la [infraestructura] es limitada.

Mini-checklist de calidad (marca ✓)

- Pregunta acotada y operacionalizada (qué, cómo, con qué unidad, cuánto tiempo).
- Hipótesis “si... entonces... porque...” + predicciones cuantitativas o cualitativas.
- Protocolo con EPP, riesgos y puntos de alto claramente señalados.

- Control y ≥ 3 repeticiones por condición; hoja de datos con metadatos.
- Un gráfico accesible con alt-text y una explicación de 4–6 oraciones que incluya límites.
- Bitácora con evidencias mínimas (tabla, gráfico, fotos con alt-text) y registro de retro (pares/docente/IA).
- Carpeta organizada y versionada: instrumentos, datos anonimizados, análisis, informe 1 página.

Acción inmediata

Elige una indagación breve (≤ 2 semanas), ajusta una medida de seguridad (EPP o residuos), una decisión de validez (control o repeticiones) y una mejora de accesibilidad (lectura graduada + alt-text).

Repite el post y registra cambios en claridad, tiempos y calidad de datos, archiva todo con la convención [área][tema][grado]_[AAAAMMDD]_vX.Y.

Puente al Capítulo 9

Daremos el salto a Proyectos STEAM con IA: integrarás lengua, matemática y ciencias en retos auténticos, con ADDIE×DUA como marco y un tablero de pre–post para decidir qué escalar en el centro, mantendremos seguridad, trazabilidad y comunicación clara como pilares del trabajo.

CAPÍTULO 9: TALLER PRÁCTICO: CREA TU SECUENCIA CON NUESTRAS PLANTILLAS

«El aprendizaje es el proceso mediante el cual el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia» Kolb, 2014

9.1. Ruta A (Lengua)

Analyze (perfil lector y objetivos)

Describe a tu grupo de [grado] en [país/ región] [tipo de centro]: nivel lector (fluido, en proceso, inicial), apoyos disponibles ([infraestructura] [recursos]), y barreras (multilingüismo, ritmo, atención), define dos objetivos observables (conducta–condición–criterio):

- Planificar: el estudiantado genera un esquema con idea central y tres detalles usando plantilla y pictogramas, en 10 minutos, cumpliendo 3/4 criterios de la rúbrica.
- Escribir y revisar: redacta un texto breve (120–160 palabras) con apoyos DUA (lectura graduada, audio opcional) y realiza una revisión guiada, alcanzando “logrado” en coherencia y vocabulario.
- Documenta riesgos (conectividad intermitente) y mitigaciones (versión low-tech impresa), cierra con

una foto del contexto (sin rostros o con consentimiento) y una hoja de ruta de tiempos realistas.

Design (O-A-E + DUA)

Relaciona Objetivo–Actividad–Evidencia (O-A-E) y declara DUA mínimo, ejemplo (síntesis informativa sobre un animal local):

- O: redactar un párrafo claro con tema y detalles.
- A: estaciones planificar–borrador–revisar, con modelos y pistas graduadas (preguntas 1-2-3). Opciones DUA: texto + audio, pictogramas, ejemplos a dos niveles de lectura.
- E: producción breve (8–10 oraciones) y lista de cotejo compartida.
- Consignas ≤120 palabras, verbos de acción, ejemplos positivos/negativos y “evidencia mínima” destacada (una oración-tema, tres detalles, cierre), mantén equivalencia de productos (texto/audio/manuscrito) con una sola rúbrica, registra qué apoyo usa cada estudiante (IA, par, docente) para ajustar andamiajes sin bajar el estándar.

Develop (textos graduados y accesibilidad)

Prepara materiales en dos niveles de lectura que incluye el estándar y graduada (oraciones cortas, vocabulario frecuente, glosario visual), incluye:

- Plantillas de planificación (idea-detalles-cierre) con pictogramas.
- Modelos anotados (qué funciona/qué mejorar).
- Rúbrica 1 página (tesis/idea, organización, vocabulario, convenciones).
- Accesibilidad técnica: alt-text en imágenes, contraste AA, tipografía sans legible (12–14 pt), versiones PDF y papel, añade licencia REA propuesta (CC BY o CC BY-SA) y metadatos: [área] [grado] [tema] [fecha] versión. Mantén una carpeta “low-tech” con todo imprimible y una “digital” con audios breves y organizadores editables.

Implement (estaciones y gestión)

Organiza tres estaciones de 12–15 minutos: Planificar (esquema con plantilla), Borrador (texto con checklist a la vista) y Revisión (retro de pares más sugerencias del docente/IA sobre forma, nunca contenido nuevo). Roles con coordinación, cronómetro, materiales, portavoz; señales visibles de paso (“antes de cambiar de estación,

muestra...”), variante low/no-tech: temporizador manual, tarjetas de pistas, diccionario ilustrado y registro en hojas con códigos anónimos.

Si hay [infraestructura] digital, usa documento compartido con campos obligatorios (título, oración-tema, tres detalles, cierre) y comentarios guiados, evita colas donde el docente rota con una lista de verificación rápida por estación.

Evaluate (pre–post + rúbrica)

Diseña un par equivalente:

- Pre (5–7 min): mini-texto sobre el mismo constructo (síntesis), distinto tema superficial.
- Post (10–12 min): texto final tras revisión.
- Aplica una sola rúbrica (4 criterios: idea central, organización, vocabulario, convenciones; niveles: inicial, proceso, logrado), registra puntajes por criterio, delta pre–post y apoyos usados, en [tipo de centro] con baja conectividad, usa planillas impresas y fotos etiquetadas de los productos para retro oportuna, puedes usar IA para forma (claridad, transiciones) y el docente para fondo (coherencia, precisión), la evidencia reporta beneficios del feedback automatizado/LLM cuando se integra con

revisión docente y criterios públicos (Meyer et al., 2024; Fleckenstein et al., 2023).

Entregable y fuentes

El paquete final incluye todo lo necesario para planificar, implementar y evaluar de manera efectiva las clases: un plan de clase detallado con tiempos y roles, la matriz O-A-E, plantillas para planificación, borrador y revisión. Modelos anotados, una rúbrica de una página, pre y post evaluaciones equivalentes, checklist DUA, carpeta low-tech y una guía breve de prompts seguros para IA (con pistas graduadas, sin generar contenido nuevo y sin incluir datos personales).

Estos elementos permiten sustentar el uso de retroalimentación de LLM para mejorar la revisión de trabajos y la motivación en Secundaria (Meyer et al., 2024). Respaldan los hallazgos de meta-análisis sobre el efecto medio del feedback automatizado en escritura (Fleckenstein et al., 2023) y contribuyen a la calidad de las rúbricas, reduciendo la variación entre diferentes evaluadores (Chakraborty et al., 2021).

9.2. Ruta B (Matemática–Secundaria)

Analyze (errores típicos y objetivos)

Contexto: [país/región], [tipo de centro], [grado], con [infraestructura] y [recursos] disponibles, y el tema sugerido es

proporcionalidad y funciones lineales, donde los estudiantes suelen cometer errores como pensar en proporción de manera aditiva (“+50” en lugar de “ $\times 1,5$ ”), confundir la pendiente con la ordenada al origen y tratar cada tabla como un caso aislado sin generalizar la relación.

El objetivo 1 busca que el estudiante modele una situación proporcional mediante tabla, gráfico y expresión algebraica, explicando la relación en 4–6 oraciones y cumpliendo al menos 3 de 4 criterios de la rúbrica. Mientras que el objetivo 2 consiste en diferenciar problemas proporcionales de no proporcionales en 10–12 minutos, justificando sus respuestas con razón/tasa o pendiente y alcanzando una precisión igual o superior al 80 % en un mini quiz anclado.

Además, se registran los apoyos necesarios, como lectura graduada, tiempo extendido o ejemplos guiados, y los riesgos posibles, como problemas de conectividad o uso compartido de calculadoras, incluyendo su variante low-tech.

Design (problemas y O-A-E)

Propón dos problemas no rutinarios:

- Tarifa móvil con plan A cobra tarifa fija más costo por GB; plan B es solo costo por GB. ¿Cuándo conviene cada uno? Pide tabla, gráfica y explicación.
- Mezcla de pintura para mantener el mismo tono, ¿cómo cambian proporciones al duplicar volumen con pigmento limitado?
- Matriz O-A-E: Objetivo (modelar/distinguir), Actividades (estaciones comprender–planificar–ejecutar–verificar con pistas graduadas y ejemplos contraejemplo), Evidencias (solución explicada más mini-quiz), DUA mínimo con consigna ≤ 120 palabras mas audio breve, visual con alto contraste, dos vías de entrega (manuscrito o foto digital), una sola rúbrica para todas las opciones, señala evidencia mínima visible en la hoja.

Develop (variantes e hints)

Crea variantes isomorfas cambiando contexto y números, pero conservando estructura (misma razón o linealidad con intercepto), por problema, diseña 3–5 pistas: P1 ¿qué se pide?, P2 representa

(tabla/diagrama), P3 identifica razón/pendiente, P4 prueba con número fácil, P5 verifica unidad/sentido.

Controla la dificultad con tres perillas: números (enteros→fracciones/decimales), representación (texto→texto + gráfico), ruido (datos exactos→ mediciones con ± 1). Revisa lenguaje inclusivo, alt-text y legibilidad (12–14 pt), justifica cada pista como ayuda mínima eficaz para sostener la demanda cognitiva, documenta versión, fecha y qué pista activó el avance de cada equipo para ajustar en el siguiente ciclo.

Implement (tutoría escalonada)

Organiza estaciones de 12–15 min: comprender (subraya, reescribe, diagrama), Planificar (elige heurística), ejecutar (cálculos/representaciones) y Verificar (segunda vía o estimación), roles: facilitador/a, cronómetro, verificador/a de criterios y relator/a, la tutoría escalonada libera pistas P1→ P5 solo si el equipo justifica su intento anterior.

La variante low/no-tech: tarjetas P1–P5 plastificadas, temporizador analógico, registro en hojas con códigos anónimos y foto final, con dispositivos, usa formulario que desbloquea pistas según evidencia. Mantén un tablero de progreso con criterios de la rúbrica para visibilizar logros y cuellos de botella; reserva 5 minutos finales para reflexión guiada por pregunta.

Evaluate (ítems anclados + análisis)

Construye ítems anclados de los cuales dos pares pre–post equivalentes por constructo (modelar y distinguir), rúbrica de proceso (comprensión, estrategia, precisión, comunicación). Mas lista de cotejo para transferencias (tabla-gráfico-expresión), reporte docente (sin fórmulas): diferencia media pre–post por criterio y tamaño de efecto g para el puntaje total.

Acompaña con gráfico simple y breve interpretación (pequeño/mediano/grande) y decisiones (mantener, ajustar, descartar). Registra apoyos DUA usados por estudiante para leer los resultados con equidad, conserva instrumentos, productos, datos anonimizados y changelog de cambios; etiqueta todo con [tema][grado][AAAAMMDD]_vX.Y.

Entregable y fuentes

Paquete final: plan de clase, dos problemas con variantes isomorfas, banco de pistas P1–P5, rúbrica 1 página, pares pre–post anclados, checklist DUA, plantillas low-tech, y guía de prompts seguros (nunca pedir la solución, solo pistas y verificación).

Fundamenta el enfoque en: calidad del prompting para resolver con IA en matemática; tutores inteligentes en contextos reales; y ejemplos trabajados/variaciones para transferencia.

9.3. Ruta C (Ciencias–Mixto)

Analyze (contexto y seguridad)

Delimita el fenómeno local en [país/región] [tipo de centro] [grado]: ejemplo, evaporación del agua a distintas temperaturas ambientales; define variables (independiente con temperatura, dependiente con masa de agua perdida en g/30 min), unidades y rango.

Identifica riesgos (quemaduras, vidrios) y medidas: EPP básico, volúmenes pequeños, “puntos de alto” y gestión de residuos; declara apoyos DUA: lectura graduada de consignas, pictogramas de instrumentos, alt-text en fotos y opción de registro manuscrito/digital.

Si la [infraestructura] es limitada, usa vasos plásticos medidores, termómetros escolares y balanza básica; si no hay balanza, estima con jeringas ($\text{mL} \rightarrow \text{g}$). La evidencia respalda indagación guiada cuando las metas son claras y el contexto es realista para K-12 (Urdanivia et al., 2023; Jegstad, 2024).

Design (preguntas e hipótesis)

Formula una pregunta investigable: ¿Cómo cambia la masa de agua evaporada en 30 minutos según la temperatura del ambiente? Hipótesis “si... entonces... porque...”. Si aumenta la temperatura de

20 °C a 30 °C, entonces la masa evaporada aumenta, porque la energía disponible para el cambio de estado es mayor.

Plan de datos con 3 condiciones (20/25/30 °C), control estable y ≥ 3 repeticiones por condición, define criterios de éxito con hoja de datos completa, un gráfico y una explicación de 4–6 oraciones que compare condiciones y declare límites.

Usa IA solo para refinar redacción, proponer contraejemplos y detectar lagunas del plan (nunca para inventar resultados) (UNESCO, 2023; Urdanivia et al., 2023).

Develop (simulaciones/REA y materiales)

Prepara dos rutas de materiales, presencial segura con vasos medidores, termómetro, cronómetro, marcadores, cinta para etiquetar, hojas de registro con metadatos (fecha, condición, responsable).

Simulación/REA para seleccionar simuladores simples (p. ej., PhET) para pre-laboratorio o sustitución parcial si hay riesgo o falta de equipos; imprimir capturas y guías low-tech si no hay red. Estandariza accesibilidad con contraste AA, tipografía legible, plantillas en PDF/impreso, instrucciones ≤ 120 palabras y glosario visual.

Las simulaciones bien integradas apoyan comprensión conceptual y preparan prácticas seguras sin reemplazar destrezas manuales (Banda et al., 2021; Diab et al., 2024).

Implement (roles y checklist)

Asigna roles por equipo: coordinación, seguridad/EPP, medición, registro, usa una checklist visible con verificación de EPP, tarado de balanza, lectura de menisco, inicio/fín de cronómetro, limpieza y residuos.

Integra IA como asistente de procedimiento: “recuerda el orden de pasos” y “propón una verificación”, sin cambiar el protocolo, variante low-tech, y rota tarjetas con pictogramas de pasos. Registra tiempos y condiciones en hojas con códigos anónimos, si se usa laboratorio virtual, guarda capturas y logs mínimos.

Documentar acciones/decisiones mejora retro y análisis en laboratorios presenciales/virtuales, y exige estándares de captura (Elmoazen et al., 2023).

Evaluate (bitácora + explicación)

Diseña bitácora con campos obligatorios: tabla (código, condición, valor, unidad), gráfico (líneas o barras), alt-text (“Se comparan masas evaporadas a 20/25/30 °C; se observa tendencia ascendente”),

explicación de 4–6 oraciones (patrón, posible mecanismo, límites) y próximos pasos.

Para pre–post, usa dos micro-ítems equivalentes como interpretar un gráfico y predecir un caso dentro del rango. Evalúa con rúbrica breve (claridad, validez, evidencia, comunicación).

Si hay IA, úsala para forma (títulos, claridad), manteniendo la validación docente del fondo. Comunica a familias con un resumen de 1 página en lectura fácil y sin datos sensibles (UNESCO, 2023).

Entregable y fuentes

Entrega un paquete listo: plan de clase (objetivo, hipótesis, control, repeticiones, seguridad), materiales y simulación/REA con guía low-tech, plantillas accesibles (tabla, gráfico, bitácora), rúbrica una página y checklist de montaje/limpieza.

Incluye guía de prompts seguros (no subir datos personales; usar IA para preguntas, límites y claridad), archiva en carpeta versionada [área][tema][grado]_[AAAAMMDD]_vX.Y y licencia CC BY si se comparte como REA.

9.4. Validación y reporte

Criterios de calidad

Antes de pilotar, valida cinco mínimos: consignas claras (≤ 120 palabras, ejemplos modelo), DUA esencial (dos medios de acceso y

dos vías de entrega con una sola rúbrica), privacidad (datos mínimos, pseudoanonymización, consentimientos), licencia REA (CC BY/CC BY-SA) y logística (tiempos, roles, variante low-tech).

Usa una checklist de verificación con campos para [país/region] [tipo de centro] [grado] [infraestructura] [recursos], registra incidentes y “casi-incidentes” para mejora continua, para IA u otras tecnologías, aplica un enfoque de gestión de riesgos y transparencia.

Al evaluar, comparte criterios en lectura fácil para asegurar acceso y expectativas comunes (UNESCO, 2023; National Institute of Standards and Technology, 2023; Willis et al., 2023).

Prueba piloto

Define muestra (p. ej., un curso o subgrupo heterogéneo), duración (1–2 sesiones), roles (docente líder, observador/a, apoyo TIC) y evidencias a recoger con pre–post equivalentes, rúbrica una página, bitácora de apoyos usados (IA, par, docente) y tiempos reales, asegura consentimiento para uso pedagógico de evidencias y no subas datos personales a servicios de IA.

En contextos con [infraestructura] limitada, prepara la ruta low/no-tech (impresos, fotos etiquetadas con código), registra desviaciones del plan y decisiones tomadas en un CHANGELOG, la literatura recomienda pilotajes breves con foco en seguridad, privacidad, claridad y accesibilidad para reducir riesgos y ajustar antes del

escalado. (UNESCO, 2023; National Institute of Standards and Technology, 2023).

Análisis rápido (sin fórmulas)

Compara pre–post del mismo grupo con estadísticos simples (n, media/mediana, rango) y reporta la magnitud del cambio con g de Hedges y su interpretación (pequeño/mediano/grande) junto a la precisión (intervalo de confianza).

Prioriza la utilidad educativa del efecto: ¿mejoró la proporción de estudiantes en “logrado” según la rúbrica? Si la distribución es muy asimétrica, complementa con medidas robustas (mediana, % que mejora).

Justifica el tamaño muestral con criterios prácticos (recursos, error aceptable) y documenta supuestos para ciclos futuros, este报告 transparente ayuda a tomar decisiones pedagógicas sin depender solo del p-valor (Lakens, 2022).

Informe 1 página

Estructura única y reusable para dirección, pares y familias con Contexto (grupo, [área], [grado], tiempos, conectividad), Método (objetivo observable, matriz O-A-E abreviada, DUA aplicado, instrumentos), Resultados (tabla mini pre–post, gráfico simple, g con interpretación clara), Evidencias (2–3 productos con la misma

rúbrica), Incidencias (privacidad, accesibilidad, sesgos) y Decisiones (mantener, ajustar, descartar) con responsable/fecha.

Publica en LMS o carpeta institucional con metadatos y licencia REA, mantén una versión lectura fácil para la comunidad, la explicitación de “criterios de éxito” mejora comprensión y participación en la evaluación para el aprendizaje. (Willis et al., 2023).

Cierre

Archiva de forma trazable: instrumentos, materiales, productos, datos anonimizados, análisis, informe 1 página y registro de cambios, con convención [área][grado][tema]_[AAAAMMDD]_vX.Y.

Comparte el paquete como REA si procede y agenda una revisión de pares para decidir si escalas, en el siguiente ciclo, ajusta objetivos, apoyos DUA, tiempos o consignas según evidencia, la combinación de gestión de riesgos, accesibilidad y reporte transparente fortalece la calidad pedagógica y la confianza institucional.

Cierre del Capítulo 9 · Taller práctico: crea tu secuencia (plantillas)

Has convertido ADDIE×DUA en acciones concretas para Lengua (Primaria), Matemática (Secundaria) y Ciencias (mixto), diseñaste objetivos observables, matrices O-A-E, materiales con lectura graduada, pistas graduadas que no revelan la respuesta y rutas low/no-tech para contextos con [infraestructura] limitada.

Además, dejaste listos pre–post equivalentes, rúbricas de 1 página y una estructura de informe de 1 página, con ello, en [país/ región] [tipo de centro] [grado] podrás pilotar de inmediato, medir cambios y decidir mejoras sin perder autoría del estudiantado ni la trazabilidad del proceso.

Mini-checklist de validación rápida (marca ✓)

Objetivo observable (conducta–condición–criterio), matriz O-A-E completa, dos medios de acceso y dos vías de entrega con una sola rúbrica.

La variante low-tech disponible, pre–post equivalentes, pistas P1–P5 centradas en estrategia, metadatos y licencia REA (CC BY/CC BY-SA), privacidad con códigos anónimos y consentimiento, carpeta versionada: [área][grado][tema][AAAAMMDD]vX.Y.

Acción inmediata (60–90 minutos)

Elige una secuencia (Ruta A/B/C). 1) ajusta la consigna a ≤ 120 palabras y añade audio breve, 2) prepara dos variantes isomorfas o un set P1–P5, 3) aplica el pre. Registra apoyos DUA usados y tiempos reales 4) implementa estaciones con roles claros, 5) aplica el post, calcula delta por criterio y define una mejora para la próxima clase, sube todo a tu carpeta con versión y responsable.

Cierre del libro

Lo esencial

Has convertido ADDIE×DUA en una práctica diaria y medible, diseñaste objetivos observables, secuencias con pistas graduadas, rutas low/no-tech, y evaluaciones pre–post con una rúbrica de 1 página, integraste IA como andamiaje (no como autora).

Cuidando privacidad y accesibilidad, aprendiste a documentar decisiones, versionar materiales y reportar hallazgos en 1 página, con esto, tu centro puede pasar de experiencias aisladas a mejora continua con evidencia.

Cómo sostener el cambio en tu centro

Empieza pequeño, comparte pronto, mejora siempre, escoge una materia y un grado, usa la carpeta con convención

[área][grado][tema]_[AAAAMMDD]_vX.Y, realiza un piloto corto, recoge datos mínimos, decide una mejora y repite.

Reúne un círculo de 3–5 docentes para revisar plantillas y acuerdos de accesibilidad, abre una carpeta común con REA y una agenda mensual de intercambio.

Ruta 30–60–90 días

Figura 23

Plan 30–60–90 para escalar prácticas

PLAN DE DESARROLLO: 30-60-90 DÍAS

	Metas Clave	DÍA 60	DÍA 90
	Definición de secuencias, diseño inicial.	<ul style="list-style-type: none">Desarrollo de contenido, integración DUA.	<ul style="list-style-type: none">Implementación piloto, evaluación final.
	Secuencias Didácticas Listas	<ul style="list-style-type: none">500% secuencias completas	<ul style="list-style-type: none">Matriz revisada (Piloto/Eval.).
	Matriz ADDIE x DUA	<ul style="list-style-type: none">100% secuencias completas	<ul style="list-style-type: none">N/A
	Borrador primeras unidades	<ul style="list-style-type: none">Matriz inicial (Análisis/Desarrollo).	<ul style="list-style-type: none">Guía completa, validada
	Guía de Escenarios	<ul style="list-style-type: none">Borrador primeras validada	<ul style="list-style-type: none">Guía revisada, lista final
	Tablero de Avance (en % (en %)	<ul style="list-style-type: none">30% contenido testeado.	<ul style="list-style-type: none">90-100% finalizado
	Uso de Plantillas	<ul style="list-style-type: none">100% materiales usan plantillas	<ul style="list-style-type: none">Plantillas optimizadas

Nota. Para equipos de ciclo/área. Fuente: elaboración propia.

- 30 días: 2 secuencias listas (Lengua/Matemática o Ciencias), con pre–post y rúbrica compartida, un informe de 1 página por secuencia.
- 60 días: adaptación a otro grado; matriz ADDIE×DUA completa; “guía de escenarios” (conectividad, tamaño de grupo, diversidad lingüística).
- 90 días: tablero con indicadores simples (porcentaje en “logrado”, tamaño de efecto aproximado, uso de plantillas), acuerdos de escalado para el semestre.

Indicadores de éxito (observables)

Más del 65% del grupo en “logrado” en 2/3 criterios clave, aumento pre–post documentado y explicado, uso sostenido de plantillas y rúbricas, evidencias organizadas y con metadatos, contratos de aula visibles (IA responsable, autoría, atribución).

Figura 24

Indicadores observables para seguimiento institucional



Nota. Alineados con tablero y reportes 1 página. Fuente:
elaboración propia.

REA publicados o listos para compartir, incidentes de accesibilidad/privacidad registrados y resueltos.

Ética, accesibilidad y confianza

La IA no sustituye tu juicio, declara apoyos usados, registra cambios y por qué, mantén versiones equivalentes para estudiantes con distintos accesos y necesidades.

Evita datos personales en prompts, ofrece dos vías de entrega con la misma rúbrica, comunica a familias con resúmenes claros y, cuando corresponda, lectura fácil/pictogramas, la confianza se construye con transparencia y evidencias.

Checklist final para cada secuencia (imprimible)

Objetivo observable (conducta, condición, criterio)

- Matriz O-A-E
- Consigna ≤120 palabras + audio
- Pistas P1–P5 centradas en estrategia
- Variante low/no-tech
- Rúbrica 1 página
- Pre–post equivalente
- Metadatos y licencia REA
- Carpeta versionada
- Resumen 1 página con decisiones.

Acción inmediata (45–60 minutos)

Elige una secuencia reciente, reduce la consigna y añade audio breve, genera dos variantes isomorfas o un set de pistas, aplica el pre, registra apoyos usados y tiempos reales.

Implementa, aplica el post, calcula delta por criterio y escribe un informe de 1 página con una mejora para la próxima clase, sube todo a la carpeta del centro.

Referencias Bibliográficas

- Almeqdad, Q. I. (2023). The effectiveness of Universal Design for Learning: A systematic review of the literature and meta-analysis. *Cogent Education*, 10(1), 2218191. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2218191>
- Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? In Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '21) (pp. 610–623). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3442188.3445922>
- Castellanos-Reyes, D., Camargo Salamanca, S. L., & Wiley, D. (2024). The impact of OER's continuous improvement cycles on students' performance: A longitudinal analysis of the RISE framework. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 25(4), 128–147. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i4.7624>
- Chakraborty, S., Dann, C., Mandal, A., Dann, B., Paul, M., & Hafeez-Baig, A. (2021). Effects of rubric quality on marker variation in higher education. *Studies in Educational Evaluation*, 70, 100997. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.100997>

Cho, K. W., & Permzadian, V. (2024). The impact of open educational resources on student achievement: A meta-analysis. International Journal of Educational Research, 126, 102365.
<https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102365>

Creative Commons. (2024). Recommended practices for attribution (TASL).
https://wiki.creativecommons.org/wiki/Best_practices_for_atribution

Friedewald, M., Mordini, E., Le Métayer, D., & Ochoa, C. (2021). Data protection impact assessments in practice. In R. Leenes, R. van Brakel, S. Gutwirth, & P. De Hert (Eds.), Data protection and privacy: Data protection and democracy (pp. 395–414). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-95484-0_25

International Organization for Standardization. (2023). ISO/IEC 42001:2023—Artificial intelligence — Management system.
<https://www.iso.org/standard/81230.html>

Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y., Ishii, E., Bang, Y., Chen, D., Dai, W., Chan, H. S., Madotto, A., & Fung, P. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. ACM Computing Surveys, 55(12), Article 248.
<https://doi.org/10.1145/3571730>

National Institute of Standards and Technology. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) (NIST AI 100-1). <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>

National Institute of Standards and Technology. (2024). AI RMF: Generative AI Profile (NIST AI 600-1).
<https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.600-1.pdf>

Norris, M. E., Swartz, M., & Kuhlmeier, V. A. (2023). The importance of copyright and shared norms for credit in Open Educational Resources. *Frontiers in Education*, 7, 1069388.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1069388>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019). Artificial intelligence in society. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/eedfee77-en>

OER Commons. (2025). Public digital library of open educational resources. <https://www.oercommons.org/>

Rupp, V., & von Grafenstein, M. (2024). Clarifying “personal data” and the role of anonymisation in data protection law: Including and excluding data from the scope of the GDPR. *Computer Law & Security Review*, 52, 105932.
<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2023.105932>

Rusconi, L., & Squillaci, M. (2023). Effects of a Universal Design for Learning (UDL) training course on the development teachers' competences: A systematic review. *Education Sciences*, 13(5), 466.
<https://doi.org/10.3390/educsci13050466>

Tlili, A., Garzón, J., Salha, S., Huang, R., Xu, L., Burgos, D., Denden, M., Farrell, O., Farrow, R., Bozkurt, A., Amiel, T., McGreal, R., López-Serrano, A., & Wiley, D. (2023). Are open educational resources (OER) and practices (OEP) effective in improving learning achievement? A meta-analysis and research synthesis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, 54.
<https://doi.org/10.1186/s41239-023-00424-3>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2023). Guidance for generative AI in education and research.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>

Veale, M., & Zuiderveen Borgesius, F. (2021). Demystifying the Draft EU Artificial Intelligence Act—Analysing the good, the bad, and the unclear elements of the proposed approach. *Computer Law Review International*, 22(4), 97–112.
<https://doi.org/10.9785/cri-2021-220402>

- Weidinger, L., Uesato, J., Rauh, M., Griffin, C., Mishra, G., Huang, P.-S., ... Gabriel, I. (2022). Taxonomy of risks posed by language models. In Proceedings of the 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT '22) (pp. 214–229). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533088>
- Almeqdad, Q. I. (2023). The effectiveness of Universal Design for Learning: A systematic review of the literature and meta-analysis. *Cogent Education*, 10(1), 2218191. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2218191>
- Fleckenstein, J., Leucht, M., & Zeuch, N. (2023). Automated feedback and writing: A multi-level meta-analysis. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 1162454. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1162454>
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Lakens, D. (2022). Sample size justification. *Collabra: Psychology*, 8(1), 33267. <https://doi.org/10.1525/collabra.33267>

- Liang, W., Ding, B., Yu, Y., Wang, Y., & Wang, T. (2024). Can Large Language Models provide useful feedback on essays? *npj Science of Learning*, 9, 26. <https://doi.org/10.1038/s41539-024-00272-2>
- Mahalingappa, L., Zong, J., & Polat, N. (2024). The impact of captioning and playback speed on listening comprehension of multilingual English learners at varying proficiency levels. *System*, 120, 103192. <https://doi.org/10.1016/j.system.2023.103192>
- Meyer, J., Jansen, T., Schiller, R., Liebenow, L. W., Steinbach, M., Horbach, A., & Fleckenstein, J. (2024). Using LLMs to bring evidence-based feedback into the classroom: AI-generated feedback increases secondary students' text revision, motivation, and positive emotions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100199. <https://doi.org/10.1016/j.caear.2023.100199>
- Shakeel, S. I., Al Mamun, M. A., & Haolader, M. F. A. (2023). Instructional design with ADDIE and rapid prototyping for blended learning. *Education and Information Technologies*, 28(6), 7601–7630. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11471-0>

- Barbieri, C. A., Miller-Cotto, D., Clerjuste, S. N., & Chawla, K. (2023). A meta-analysis of the worked examples effect on mathematics performance. *Educational Psychology Review*, 35, 11. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09745-1>
- De Veaux, R., Hoerl, R., Snee, R., & Velleman, P. (2022). Toward holistic data science education. *Statistics Education Research Journal*, 21(2), Article 2. <https://doi.org/10.52041/serj.v21i2.40>
- del Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., & Arevalillo-Herráez, M. (2023). Intelligent tutoring systems for word problem solving in COVID-19 days: Could they have been (part of) the solution? *ZDM–Mathematics Education*, 55, 287–303. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01396-w>
- Feng, W., Lee, J., McNichols, H., Scarlatos, A., Smith, D., Otero Ornelas, N., Woodhead, S., & Lan, A. (2024). Exploring automated distractor generation for math multiple-choice questions via large language models (Findings of NAACL 2024). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2404.02124>
- Fernandez, N., Scarlatos, A., Feng, W., Woodhead, S., & Lan, A. (2024). DiVERT: Distractor Generation with Variational Errors Represented as Text for Math Multiple-choice

Questions (arXiv:2406.19356).

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.19356>

Jiang, Z., Peng, H., Feng, S., Li, F., & Li, D. (2024). LLMs can find mathematical reasoning mistakes by Pedagogical Chain-of-Thought (arXiv:2405.06705).

<https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.06705>

National Institute of Standards and Technology. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) (NIST AI 100-1). <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>

Rosenberg, J. M., Schultheis, E. H., Kjelvik, M. K., Reedy, A., & Sultana, O. (2022). Big data, big changes? The technologies and sources of data used in science classrooms. *British Journal of Educational Technology*, 53(5), 1179–1201.
<https://doi.org/10.1111/bjet.13245>

Schorcht, S., Buchholtz, N., & Baumanns, L. (2024). Prompt the problem—Investigating the mathematics educational quality of AI-supported problem solving by comparing prompt techniques. *Frontiers in Education*, 9, 1386075.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1386075>

Shimizu, Y., & Kang, H. (2025). Research on classroom practice and students' errors in mathematics education: A scoping review of recent developments for 2018–2023. *ZDM–Mathematics Education*.

Education, 57, 695–710.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11858-025-01704-0>

Son, T. (2024). Intelligent tutoring systems in mathematics education: A systematic literature review using the SAMR model. Computers, 13(10), 270.
<https://doi.org/10.3390/computers13100270>

Takano, S., & Ichikawa, O. (2022). Automatic scoring of short answers using justification cues estimated by BERT. In Proceedings of the 17th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications (BEA 2022) (pp. 8–13). <https://doi.org/10.18653/v1/2022.bea-1.2>

U.S. Department of Education, Office of Educational Technology. (2023). Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning. <https://www.ed.gov/sites/ed/files/documents/ai-report/ai-report.pdf>

Wang, H., Tlili, A., Huang, R., Cai, Z., Li, M., Yin, X., ... Fei, C. (2023). Examining the applications of intelligent tutoring systems in real educational contexts: A systematic literature review from the social experiment perspective. Education and Information Technologies, 28(7), 7607–7638.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11555-x>

Witte, V., Schwering, A., & Frischemeier, D. (2025). Strengthening data literacy in K-12 education: A scoping review. *Education Sciences*, 15(1), 25. <https://doi.org/10.3390/educsci15010025>

Zhang, M., Baral, S., Heffernan, N., & Lan, A. (2022). Automatic short math answer grading via in-context meta-learning. In Proceedings of the 15th International Conference on Educational Data Mining (pp. 122–132). <https://doi.org/10.5281/zenodo.6853032>

Ramnarain, U., Ogegbo, A. A., Penn, M., Ojetunde, S., & Mdlalose, N. (2024). Pre-Service Science Teachers' Intention to Use Generative Artificial Intelligence in Inquiry-Based Teaching. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10159-z>

UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

Urdanivia Alarcón, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 1170487. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487>

Xu, S., Wang, X., & Zhang, Y. (2024). Enhancing scientific creativity through an inquiry-based approach. International Journal of Science Education.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2419987>

Banda, H. J., Elechi, P. O., & Koul, R. B. (2021). Effect of integrating PhET simulations into physics instruction: A systematic review. Physical Review Physics Education Research, 17(2), 023108.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>

Barbieri, C. A., Miller-Cotto, D., Clerjuste, S. N., & Chawla, K. (2023). A meta-analysis of the worked examples effect on mathematics performance. Educational Psychology Review, 35, 11. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09745-1>

Chakraborty, S., Dann, C., Mandal, A., Dann, B., Paul, M., & Hafeez-Baig, A. (2021). Effects of rubric quality on marker variation in higher education. Studies in Educational Evaluation, 70, 100997. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2021.100997>

del Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., & Arevalillo-Herráez, M. (2023). Intelligent tutoring systems for word problem solving in COVID-19 days: Could they have been (part of) the solution? ZDM–Mathematics

Education, 55, 287–303. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01396-w>

Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming science education in elementary schools: The power of PhET simulations in enhancing student learning. Multimodal Technologies and Interaction, 8(11), 105. <https://doi.org/10.3390/mti8110105>

Elmoazen, R., Saqr, M., Khalil, M., & Wasson, B. (2023). Learning analytics in virtual laboratories: A systematic literature review of empirical research. Smart Learning Environments, 10(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00244-y>

Fleckenstein, J., Liebenow, L. W., & Meyer, J. (2023). Automated feedback and writing: A multi-level meta-analysis of effects on students' performance. Frontiers in Artificial Intelligence, 6, 1162454. <https://doi.org/10.3389/frai.2023.1162454>

Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based chemistry education: A systematic review. Studies in Science Education, 60(2), 251–313. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2248436>

Lakens, D. (2022). Sample size justification. Collabra: Psychology, 8(1), 33267. <https://doi.org/10.1525/collabra.33267>

Meyer, J., Jansen, T., Schiller, R., Liebenow, L. W., Steinbach, M., Horbach, A., & Fleckenstein, J. (2024). Using LLMs to bring evidence-based feedback into the classroom: AI-generated feedback increases secondary students' text revision, motivation, and positive emotions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100199.

<https://doi.org/10.1016/j.caai.2023.100199>

National Institute of Standards and Technology. (2023). Artificial Intelligence Risk Management Framework (AI RMF 1.0) (NIST AI 100-1). <https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1>

UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. <https://doi.org/10.54675/EWZM9535>

Urdanivia Alarcón, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paukar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023). Science and inquiry-based teaching and learning: A systematic review. *Frontiers in Education*, 8, 1170487.

<https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170487>

Wang, H., Tlili, A., Huang, R., Cai, Z., Li, M., Yin, X., ... Fei, C. (2023). Examining the applications of intelligent tutoring systems in real educational contexts: A systematic literature review from the social experiment perspective. *Education and*

Information Technologies, 28(7), 7607–7638.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11555-x>

Willis, J., Arnold, J., & DeLuca, C. (2023). Accessibility in assessment for learning: Sharing criteria for success. *Frontiers in Education*, 8, 1170454.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1170454>

Witte, V., Schwering, A., & Frischemeier, D. (2025). Strengthening data literacy in K-12 education: A scoping review. *Education Sciences*, 15(1), 25. <https://doi.org/10.3390/educsci15010025>

ANEXOS, MATRICES Y APÉNDICES

Paquete listo para imprimir, compartir como REA y adaptar a [país/visión] [tipo de centro] [área] [grado] [infraestructura] [recursos], todas las plantillas contemplan variante low-tech/offline y accesibilidad DUA mínima.

Instrucciones de uso rápido

1. Duplica este documento y renombra con la convención:
[área][grado][tema]_[AAAAMMDD]_vX.Y.
2. Personaliza campos entre corchetes [] y las tablas con tus datos.
3. Imprime lo necesario y guarda copia digital con metadatos y licencia (sugerida: CC BY o CC BY-SA).
4. Evita datos personales en prompts o materiales que expongases a servicios de IA, usa códigos anónimos.

ANEXO A · Matriz Objetivo–Actividad–Evidencia (O-A-E) + DUA

Propósito: Alinear lo que enseñarás con las actividades, evidencias y apoyos de accesibilidad.

Tabla 1
Planificación de Aprendizaje Inclusivo con Integración de IA

Objetivo (conducta – condición – criterio)	Actividad es/estrategias (incluye rol de IA como andamiaje)	Evidencia s/Instrumentos (representación / acción-expresión / implicaciones)	Accesibilidad (representación / acción-expresión / implicaciones)	Recursos/ Logística	Riesgos y mitigación
[Escribe el objetivo observable]]	[Actividad 1 + estación + pistas P1– P5]	[Producto + rúbrica 1p]	[Texto+audio; manuscrito; o/audio; elección temática guiada]	[Tiempo; espacios; conectividad; ad] [Falla red → versión impresa; privacidad → códigos]	

Nota. Tabla diseñada para organizar objetivos observables, estrategias con IA, evidencias, accesibilidad DUA, recursos y mitigaciones de riesgos. Fuente. Elaboración propia.

Evidencia mínima (marca ✓): [] Oración-tema/estrategia clara · [] Tres detalles/pasos clave · [] Verificación/segundo método · [] Cierre.

ANEXO B · Matriz ADDIE×DUA

Propósito: Integrar decisiones de accesibilidad en cada fase de ADDIE y dejar rastro.

Tabla 2

Integración del modelo ADDIE con principios DUA y evidencias de aprendizaje

Fase ADDIE	Representación	Acción/Expresión	Implicación	Evidencias/Archivo
Analyze	Consigna en lectura graduada; glosario visual	Encuesta de preferencias de entrega	Elección acotada de temas	Diagnóstico + foto de contexto (sin rostros)
Design	Storyboard + modelos anotados	Dos vías de entrega con una sola	Retos opcionales y metas claras	Matriz O-A-E versionada
Develop	Alt-text, contraste AA, tipografía legible	Prototipos A/B y pistas P1–P5	Ensayos con ejemplos cercanos	Checklist DUA + pruebas de comprensión
Implement	Señalética de estaciones; temporizador	Registro de apoyos usados visible	Contrato de aula visible	Bitácora y productos etiquetados

Evaluate	Informe 1 página accesible	Presentación oral/manuscri ta	Retro segura (pares/docent e/IA) equivalentes	Pre–post, rúbrica, deltas, decisiones
----------	----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------------------------	------------------------------------------------

Nota. Tabla que relaciona cada fase de ADDIE con estrategias de Representación, Acción/Expresión e Implicación, junto con evidencias y archivos correspondientes. Fuente. Elaboración propia.

ANEXO C · Rúbricas 1 página (plantillas)

Estructura común (3 niveles): Inicial · En proceso · Logrado.

Lengua (síntesis/argumento breve)

Tabla 3
Rúbrica de evaluación de redacción

Criterio	Inicial	En proceso	Logrado
Idea central/Tesis	No identificable	Parcial/implícita	Clara y sostenida
Organización	Sin orden	Secuencia básica con fallos	Inicio–desarrollo–cierre coherentes
Evidencia/Vocabulario	Listas/ejemplos débiles	Ejemplos relevantes pero escasos	Evidencias adecuadas y precisas
Convenciones	Errores frecuentes	Algunos errores	Ortografía y gramática adecuadas

Nota. Criterios para valorar idea central, organización, evidencia y convenciones, con niveles de logro: Inicial, En proceso y Logrado.

Fuente. Elaboración propia.

Matemática (proceso de resolución/modelación)

Tabla 4

Rúbrica de evaluación de resolución de problemas

Criterio	Inicial	En proceso	Logrado
Comprendión	Repite datos sin sentido	Reexpresa parcialmente	Reexpresa con unidades/condiciones
Estrategia	Improvisa	Elige pero no justifica	Elige y justifica con representación
Precisión	Cálculos/relaciones incorrectas	Fallos menores	Cálculo y relación correctos
Comunicación	Sin explicación	Explica parcialmente	Explica con tabla/gráfico y verificación

Nota. Criterios para valorar comprensión, estrategia, precisión y comunicación, con niveles de logro: Inicial, En proceso y Logrado.

Fuente. Elaboración propia.

Ciencias (explicación con datos)

Tabla 5

Rúbrica de evaluación de representación de datos

Criterio	Inicial	En proceso	Logrado
Tabla y gráfico	Incompletos	Completos con errores	Completos y rotulados
Interpretación	Describe sin comparar	Compara sin justificar	Explica patrón y límites
Validez/Control	No menciona	Menciona superficial	Discute fuentes de error
Claridad/Acceso	Texto denso	Texto claro	Texto claro + alt-text + lectura fácil

Nota: Criterios para valorar tablas, gráficos, interpretación, validez y claridad, con niveles de logro: Inicial, En proceso y Logrado.

Fuente. Elaboración propia.

ANEXO D · Guía de prompts seguros (docente)

Pistas P1–P5 (no soluciones) - P1 Diagnóstico: “¿Qué te pide exactamente? subraya la pregunta.” - P2 Representación: “Dibuja una tabla/diagrama con datos y la incógnita.” - P3 Relación: “¿Qué razón/pendiente/regla conecta las cantidades?” - P4 Prueba: “Ensaya con un número fácil y observa.” - P5 Verificación: “Revisa unidad/sentido con una segunda vía.”

Ajuste de lectura: “Reescribe la consigna para [grado] con ≤ 120 palabras y vocabulario frecuente.”

ANEXO E · Consentimiento y privacidad (modelos)

Uso pedagógico de evidencias - Propósito: mejora del aprendizaje - Datos: productos anonimizados - Conservación: hasta [fecha] - Contacto: [responsable] - Firma familiar [] · Estudiante [] · Docente []

DPIA básica (docente) - Riesgos: [] · Mitigaciones: [] · Aprobación interna: []

ANEXO F · Publicación como REA y metadatos

- Título [] · Autores [] · Centro [] · Nivel [] · Palabras clave []
- Licencia (CC BY / CC BY-SA / otra) [] · Versión []
- Descripción breve (\leq 80 palabras) []
- Enlaces/datos anexos []

ANEXO G · Guía de escenarios (plan B)

Tabla 6
Estrategias de enseñanza y evidencias según contexto

Contexto	Ajustes clave	Evidencias equivalentes
Alta conectividad	Formularios, comentarios en vivo	Capturas + exportaciones
Offline	Plantillas impresas, fotos etiquetadas	Portafolio físico, rúbrica impresa
Grupo numeroso	Estaciones, verificación por muestra	Bitácoras por equipo
Multilingüe	Lectura graduada + glosarios	Audio/visual + misma rúbrica
Necesidades específicas	Tiempos extendidos, manipulativos	Mismas metas, apoyos diferenciados

Nota. Ajustes clave y evidencias equivalentes para distintos entornos y necesidades, asegurando acceso y equidad en el aprendizaje. Fuente. Elaboración propia.

ANEXO H · Tablero básico de seguimiento (opcional)

Tabla 7

Matriz de seguimiento de resultados de aprendizaje

Grupo	Const ructo	% “Lograd o” (pre)	% “Lograd o” (post)	Δ	Tamaño de efecto (g)	Decisi ón
[]	[]	[]	[]	[]	[]	Mante ner/Aj ustar/ Descar tar

Nota. El tablero es un resumen; el detalle vive en el informe de 1 página y la carpeta versionada. Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE 1 · Storyboard de secuencia

Tabla 8

Plan de actividades por etapa

Etapa	Objetivo	Material	Producto	Evidencia mínima
Inicio	Activar saberes	Modelo + pregunta	Lluvia de ideas	1 idea central
Desarrollo	Practicar con andamiaje	Pistas P1–P5	Borrador/Resolución	Estrategia + verificación
Cierre	Socializar y decidir	Rúbrica 1p	Producto final	Delta pre–post + decisión

Nota. Objetivos, materiales, productos y evidencias mínimas para las etapas de Inicio, Desarrollo y Cierre. Fuente. Elaboración propia.

APÉNDICE 2 · Lista de cotejo de validación pre-pilotaje

- Consigna clara (≤ 120 palabras) y ejemplo modelo
- DUA: 2 medios de acceso y 2 vías equivalentes de entrega
- Privacidad: códigos anónimos, consentimiento
- Variante low-tech disponible
- Instrumentos listos (rúbrica, pre–post)
- Seguridad (si aplica): EPP, residuos, puntos de alto



ISBN: 978-9942-7393-7-7

A standard linear barcode representing the ISBN 978-9942-7393-7-7. The barcode is positioned above its corresponding numerical ISBN number, which is aligned under each vertical bar of the barcode.

9 7 8 9 9 4 2 7 3 9 3 7 7

