

# HORIZONTES DE LA EVALUACIÓN

ENFOQUES AUTÉNTICOS Y EXPERIENCIAS  
STEAM EN LA EDUCACIÓN CONTEMPORÁNEA

ARACELI CAMACHO-NAVARRO  
MONTSSERRAT CONTRERAS TURRUBIARTES





# **HORIZONTES DE LA EVALUACIÓN**

## **ENFOQUES AUTÉNTICOS Y EXPERIENCIAS**

### **STEAM EN LA EDUCACIÓN CONTEMPORÁNEA**

ARACELI CAMACHO-NAVARRO

MONTSSERRAT CONTRERAS TURRUBIARTES

**Transdigital**<sup>®</sup>  
editorial

---

Título original: Horizontes de la evaluación. Enfoques auténticos y experiencias STEAM en la educación contemporánea / Araceli Camacho-Navarro y Montserrat Contreras Turrubiarres — Ciudad de Querétaro, México: Editorial Transdigital, 2026 — 139 páginas.

International Standard Book Number (ISBN): 978-968-9724-16-2.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.56162/transdigitalb63>

Clasificación DEWEY. 604–Temas especiales de tecnología. Tipo de Contenido: Libros universitarios. Clasificación tema: J–Sociedad y ciencias sociales. Tipo de soporte: libro digital gratuito descargable. Formato: PDF. Tamaño: 4.3 Mb.

---



Este libro es una publicación de acceso abierto con los principios de Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY-NC-SA). Esta licencia permite a los reutilizadores distribuir, remezclar, adaptar y desarrollar el material en cualquier medio o formato únicamente con fines no comerciales y siempre que se otorgue la atribución al creador. Si remezcla, adapta o construye sobre el material, debe licenciar el material modificado bajo términos idénticos.

Esta obra ha sido dictaminada por pares académicos expertos con el método de doble ciego. Los dictámenes están resguardados en los archivos de la Editorial *Transdigital*.

D.R. 2026 Araceli Camacho-Navarro y Montserrat Contreras Turrubiarres.

D.R. 2026 Sello Editorial *Transdigital*.



Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C. Nombre de marca: Transdigital. Dirección: Circuito Altos Juriquilla 1132. Colonia Altos Juriquilla. C. P. 76230, Juriquilla, Querétaro, México. +52 (442) 301 32 38. [editorial@transdigital.mx](mailto:editorial@transdigital.mx) [www.editorial.transdigital.mx](http://www.editorial.transdigital.mx)



Registro en el Padrón Nacional de Editores como agente editor Sociedad de Investigación sobre Estudios Digitales, S. C., con el Dígito Identificador 978-607-99594.



Afiliación a la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana (CANIEM) con el número 4069, de conformidad con el artículo 17 de la Ley de Cámaras Empresariales y sus Confederaciones en vigor.

Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) de México con el folio: RENIECYT 2400068.



Sugerencia de referencia para el libro en APA 7a. edición:

Camacho-Navarro, A. & Contreras Turrubiarres, M. (2026). *Horizontes de la evaluación. Enfoques auténticos y experiencias STEAM en la educación contemporánea*. Editorial Transdigital. <https://doi.org/10.56162/transdigitalb63>

# CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 1. TENDENCIAS ACTUALES EN LA EVALUACIÓN EDUCATIVA:</b>	
<b>TRANSFORMACIONES, TENSIONES Y HORIZONTES EMERGENTES</b> .....	<b>7</b>
Introducción	
Panorama global y transformaciones recientes	
Evaluación tradicional y nuevos paradigmas	
Desafíos éticos y de equidad en la evaluación	
Conclusiones	
<b>CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN AUTÉNTICA EN ENTORNOS VIRTUALES:</b>	
<b>FUNDAMENTOS Y PRINCIPIOS</b> .....	<b>15</b>
Introducción	
De la evaluación tradicional a la evaluación auténtica	
Aprendizaje situado y evaluación auténtica en la virtualidad	
Principios metodológicos de la evaluación auténtica en línea	
Rol del docente y competencias digitales para la evaluación	
Retos y oportunidades de la evaluación auténtica en entornos virtuales	
Conclusiones	
<b>CAPÍTULO 3. DISEÑO DE ACTIVIDADES Y EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN EN LÍNEA</b> .....	<b>29</b>
Introducción	
Fundamentos del diseño de actividades en línea	
Estrategias didácticas centradas en tareas auténticas	
Diseño para la interacción y la colaboración	
Instrumentos de evaluación en línea	
Retos en el diseño de actividades evaluativas en línea	
Ejemplos y casos de aplicación	
Conclusiones	
<b>CAPÍTULO 4. HERRAMIENTAS DIGITALES Y ANALÍTICAS DE</b>	
<b>APRENDIZAJE PARA LA EVALUACIÓN</b> .....	<b>48</b>
Introducción	
Entornos virtuales de aprendizaje y su potencial evaluativo	
Herramientas digitales para la retroalimentación y el acompañamiento	
Personal Learning Environments y ecosistemas digitales de aprendizaje	
Inteligencia artificial y analíticas de aprendizaje en la evaluación	
Selección crítica y ética de herramientas digitales	
Ejemplos de aplicación: experiencias de evaluación mediada por tecnología	
Conclusiones	

<b>CAPÍTULO 5. LA EVALUACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS DISCIPLINAS STEAM:</b>	
<b>RETOS Y OPORTUNIDADES</b> .....	<b>70</b>
Enfoque interdisciplinario y naturaleza del pensamiento STEAM	
Dificultades comunes en la evaluación STEAM	
Oportunidades para la innovación	
Conclusiones	
<b>CAPÍTULO 6. METODOLOGÍAS ACTIVAS EN STEAM</b>	
<b>Y SU IMPACTO EN LA EVALUACIÓN</b> .....	<b>75</b>
Introducción	
Aprendizaje basado en problemas y evaluación del pensamiento científico	
Aprendizaje basado en proyectos y evaluación de productos	
Aprendizaje basado en retos y pensamiento innovador	
Design thinking y evaluación del proceso creativo	
Conclusiones	
<b>CAPÍTULO 7. INSTRUMENTOS Y ESTRATEGIAS PARA LA</b>	
<b>EVALUACIÓN EN PROYECTOS STEAM</b> .....	<b>87</b>
Introducción	
Rúbricas de desempeño interdisciplinario	
Portafolios, diarios de campo y bitácoras de diseño	
Prototipos, experimentos y artefactos como evidencia de aprendizaje	
Evaluación multimodal y transmedia	
Conclusiones	
<b>CAPÍTULO 8. ESTUDIOS DE CASO EN EVALUACIÓN DE APRENDIZAJES STEAM</b> .....	<b>120</b>
Introducción	
Casos nacionales e internacionales	
Casos de innovación docente y transferencia	
Lecciones aprendidas	
Conclusiones	
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>132</b>
<b>SEMBLANZA DE LAS AUTORAS</b> .....	<b>138</b>

# CAPÍTULO 1.

## TENDENCIAS ACTUALES EN LA EVALUACIÓN EDUCATIVA: TRANSFORMACIONES, TENSIONES Y HORIZONTES EMERGENTES



### INTRODUCCIÓN

La evaluación educativa se encuentra en un punto de inflexión histórico. Las transformaciones sociales, tecnológicas, epistemológicas y éticas de las últimas décadas han puesto en evidencia que el proceso de evaluación ya no puede entenderse como una mera acción de medición o certificación, sino como una práctica cultural que configura identidades, distribuye oportunidades y orienta trayectorias.

En este libro se articulan dos perspectivas complementarias que permiten comprender la complejidad contemporánea de la evaluación:

- La perspectiva pedagógico-tecnológica, centrada en la evaluación auténtica, el aprendizaje situado, las mediaciones digitales, las narrativas multimodales y los entornos virtuales de aprendizaje.
- La perspectiva crítica y sociopedagógica, que concibe la evaluación como un catalizador de cambio, a la par que considera el entramado ético y la práctica reguladora de subjetividades en los procesos STEAM.

Estas dos perspectivas se complementan entre sí. Desde el enfoque más crítico y estructural hasta la mirada situada y tecno-pedagógica, se converge en una reflexión profunda:

*La evaluación es, ante todo, una práctica social y humana que requiere ser reinterpretada para poder responder a los desafíos de nuestros tiempos. Ambas autoras asumen que evaluar implica un cambio en el paradigma educativo actual, dentro del cual es indispensable hacerse responsables de las condiciones, criterios, medios y consecuencias de dicha práctica.*

Este capítulo inaugura la obra trazando los horizontes conceptuales y éticos que guiarán el análisis posterior del libro.

## **PANORAMA GLOBAL Y TRANSFORMACIONES RECIENTES**

La evaluación educativa atraviesa en la actualidad un proceso de transformación profunda, impulsado por cambios estructurales en los sistemas educativos, la expansión de las tecnologías digitales y la creciente demanda social de prácticas formativas más justas, inclusivas y pertinentes. Durante décadas, la evaluación fue concebida como un mecanismo de control y certificación del aprendizaje, centrado principalmente en la medición de resultados y la clasificación del estudiantado. Sin embargo, este enfoque ha mostrado limitaciones significativas para responder a los retos de la educación contemporánea, marcada por la complejidad, la incertidumbre y la necesidad de formar sujetos capaces de transferir sus aprendizajes a contextos reales.

### 1) TRANSFORMACIONES EDUCATIVAS

La transición hacia modelos por competencias, proyectos interdisciplinarios y modalidades híbridas, ha modificado profundamente la forma de aprender y evaluar. La evaluación se vuelve continua, situada y apoyada en múltiples mediaciones.

### 2) TRANSFORMACIONES SOCIOCULTURALES

Vivimos en sistemas educativos marcados por tensiones entre meritocracia, diversidad, interdisciplinariedad y avances a pasos acelerados. La evaluación, al ser un mecanismo de clasificación, se convierte también en un espacio de disputa ética y política. La sociedad del conocimiento exige nuevas competencias sociales y emocionales, creatividad, pensamiento crítico, resolución de problemas, colaboración, que no pueden ser evaluadas mediante técnicas tradicionales.

### 3) TRANSFORMACIONES TECNOLÓGICAS

Las tecnologías digitales ofrecen nuevas formas de evidenciar el aprendizaje: portafolios, narrativas digitales, analíticas, simulaciones, inteligencia artificial generativa y entornos multimodales. Sin embargo, el uso de tecnología no garantiza innovación, se requiere complementarla con una intención pedagógica concreta, contextualizada y acorde al criterio y la ética.

### 4) TRANSFORMACIONES POLÍTICAS E INTERNACIONALES

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) han enfatizado la necesidad de evaluaciones inclusivas, contextualizadas, éticas y orientadas al desarrollo humano. Tras la pandemia, se revelaron las desigualdades estructurales y la urgencia de diseñar evaluaciones sensibles a las diversas realidades del estudiantado.

Estas transformaciones explican por qué evaluar hoy implica comprender el aprendizaje desde perspectivas múltiples y dialogantes; que se unen para crear escenarios de aprendizaje donde el estudiante deja de ser un receptor para convertirse en el creador de su propio conocimiento.

## **EVALUACIÓN TRADICIONAL Y NUEVOS PARADIGMAS**

La evaluación tradicional ha privilegiado la medición, la calificación numérica y la reproducción de conocimientos descontextualizados. Este enfoque, basado en la homogeneización y la objetividad aparente, ha generado prácticas punitivas, verticales y centradas en el control del rendimiento.

En este escenario, las tendencias actuales en evaluación educativa se orientan hacia modelos que priorizan el proceso, la reflexión crítica y la construcción de sentido. La evaluación deja de entenderse como un acto aislado al final del proceso formativo y se integra de manera transversal al diseño curricular, al acompañamiento pedagógico y a la toma de decisiones educativas. Este cambio de paradigma implica reconocer al estudiante como un agente activo de su aprendizaje y al docente como un mediador que diseña experiencias evaluativas coherentes con los objetivos formativos y el contexto sociocultural.

Como muestran Marín et al. (2025), las prácticas docentes en educación superior se configuran dentro de ecologías de aprendizaje complejas, donde la agencia del profesorado resulta clave para evitar formas de fragilidad pedagógica ante la incorporación de tecnologías y nuevos enfoques evaluativos.

Uno de los ejes centrales de esta transformación es el cuestionamiento de la neutralidad de la evaluación. Diversos enfoques críticos han evidenciado que evaluar no es un acto meramente técnico, sino una práctica cargada de valores, supuestos epistemológicos y relaciones de poder. Las decisiones sobre qué se evalúa, cómo se evalúa y con qué criterios, tienen implicaciones directas en la inclusión, la equidad y la justicia educativa. En este sentido, la evaluación se configura como un espacio político-pedagógico que puede reproducir desigualdades o, por el contrario, contribuir a su reducción.

Desde la perspectiva crítica, la evaluación tradicional reproduce desigualdades, selecciona y regula. Además, limita la creatividad, la reflexión, la agencia y la experiencia significativa del estudiante. Frente a ello, han emergido nuevos paradigmas:

#### 1) EVALUACIÓN AUTÉNTICA

Se vincula con aprendizaje situado, tareas reales, transferencia y pertinencia contextual. La evaluación auténtica reconoce la complejidad del desempeño profesional y la diversidad de formas de aprender.

#### 2) APRENDIZAJE SITUADO Y EVALUACIÓN CONTEXTUALIZADA

La evaluación se adapta al contexto, a la práctica social y a la participación del estudiante en comunidades de aprendizaje.

#### 3) EVALUACIÓN MULTIMODAL Y DIGITAL

La evaluación integra narrativas digitales, portafolios, videos, simulaciones, artefactos y evidencias multimodales. La multimodalidad expande las posibilidades expresivas del estudiante y fortalece la reflexión.

#### 4) EVALUACIÓN PARA EL APRENDIZAJE

La retroalimentación continua, el diálogo y la autorregulación como ejes centrales de los procesos de enseñanza-aprendizaje, proponiendo una transición escalonada que permita cambiar el rol tradicional del docente por un facilitador.

#### 5) EVALUACIÓN CRÍTICA Y SOCIO PEDAGÓGICA

La dimensión ética, política y cultural: evaluar es también interpretar, legitimar y disputar significados. Una evaluación transformadora exige preguntas sobre poder, inequidad y subjetividad.

Así, se plantea un nuevo paradigma que vincula la pertinencia pedagógica con la justicia social y la ética (Figura 1).

**Figura 1**  
*Nuevos paradigmas de la evaluación*



## DESAFÍOS ÉTICOS Y DE EQUIDAD EN LA EVALUACIÓN

Los desafíos actuales de la evaluación educativa exigen una reflexión profunda en torno a la ética, la equidad y el sentido social de evaluar.

### 1) BRECHA DIGITAL Y DESIGUALDAD ESTRUCTURAL

Las condiciones materiales influyen en el rendimiento y la evaluación no debe penalizar la pobreza, la falta de conectividad o la precariedad. La justicia evaluativa debe contemplar la diversidad de contextos.

### 2) DATOS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE

La necesidad de un uso ético de algoritmos, plataformas y analíticas: transparencia, privacidad, interpretación pedagógica, autonomía del estudiante y cuidado emocional.

### 3) EVALUACIÓN COMO DISPOSITIVO DE PODER

Desde la mirada crítica, evaluar implica decidir quién es competente y bajo qué criterios; es un acto político. Esto obliga a problematizar las prácticas institucionales y los mecanismos de legitimación, proponiendo cambios estructurales que permitan avanzar hacia un modelo más democrático y justo, donde se evalúe no solamente el producto final, sino el proceso de aprendizaje individual.

### 4) DIVERSIDAD, INCLUSIÓN Y DISEÑO UNIVERSAL

Ambas autoras coinciden en que evaluar requiere reconocer la pluralidad de experiencias, capacidades y trayectorias. Esto implica diseñar tareas flexibles, multimodales y contextualizadas.

### 5) FORMACIÓN DOCENTE

La evaluación ética requiere docentes reflexivos, críticos y competentes digitalmente. Sin ello, cualquier innovación puede convertirse en una perpetuación de desigualdades.

La digitalización de los procesos educativos ha intensificado los desafíos que, en ocasiones, se convierten en tensiones. Las tecnologías ofrecen oportunidades para diversificar las evidencias de aprendizaje, ampliar los canales de retroalimentación y personalizar los procesos evaluativos, pero introducen nuevos riesgos en la vigilancia, la estandarización algorítmica y la exclusión digital. Frente a este panorama, es indispensable una mirada crítica para aprovechar el potencial transformador de la tecnología sin perder de vista los principios éticos y pedagógicos que deben guiar la evaluación. Los desafíos éticos son una invitación a repensar la evaluación con responsabilidad profesional y compromiso con la equidad (Figura 2).

Figura 2

Desafíos éticos de la evaluación



## CONCLUSIONES

El análisis presentado articula una visión compleja, crítica y contemporánea de la evaluación educativa. Las transformaciones sociales, tecnológicas y pedagógicas demandan abandonar prácticas centradas únicamente en medir y avanzar hacia modelos que acompañen, humanicen, comprendan y valoren el aprendizaje en su diversidad.

Se aporta una mirada sociocrítica que evidencia las implicaciones éticas, políticas y culturales de la evaluación, profundizando en las implicaciones para las metodologías STEAM. Además, se integra un enfoque tecno-pedagógico orientado a la evaluación auténtica, el aprendizaje situado, la multimodalidad y los entornos digitales. Juntas, construyen un marco interpretativo que invita a una evaluación transformadora: ética, contextual, significativa y orientada al bienestar y la autonomía.

Desde esta perspectiva contemporánea, evaluar implica reconocer la diversidad de trayectorias, ritmos y formas de aprender. Las tendencias actuales apuestan por modelos de evaluación formativa, auténtica y multimodal, capaces de capturar la complejidad del aprendizaje en contextos reales y digitales. Este giro no supone la eliminación de criterios ni la pérdida de rigor, sino la redefinición de la validez, la fiabilidad y la transparencia desde marcos más amplios y contextualizados.

Este capítulo es el preámbulo de la obra, que permite al lector reflexionar acerca de las nuevas tendencias en educación, posicionando la evaluación como una práctica situada y compleja. A partir de este marco introductorio, se anticipa el tránsito hacia la evaluación auténtica en entornos virtuales (Capítulo 2), el diseño de actividades y estrategias de evaluación en educación en línea (Capítulo 3) y la integración crítica de herramientas digitales, analíticas de aprendizaje e inteligencia artificial en los procesos evaluativos (Capítulo 4). Asimismo, el libro amplía la reflexión hacia la evaluación en contextos STEAM, abordando sus retos y oportunidades (Capítulo 5), el impacto de las metodologías activas en las prácticas evaluativas (Capítulo 6), el uso de instrumentos y estrategias para la evaluación de proyectos STEAM (Capítulo 7) y, finalmente, el análisis de estudios de caso que documentan experiencias y aprendizajes significativos en estos entornos (Capítulo 8).

# CAPÍTULO 2.

## EVALUACIÓN AUTÉNTICA EN ENTORNOS VIRTUALES: FUNDAMENTOS Y PRINCIPIOS



### INTRODUCCIÓN

La evaluación educativa se encuentra en un proceso de transformación acelerada, impulsada tanto por los cambios sociales y culturales propios de la sociedad del conocimiento, como por la expansión de las tecnologías digitales y los entornos virtuales de aprendizaje. En este contexto, resulta necesario revisar los fundamentos de la evaluación más allá de los enfoques tradicionales, que históricamente han privilegiado la memorización y la reproducción de contenidos, para avanzar hacia propuestas centradas en la autenticidad, la pertinencia y la transferencia del aprendizaje a contextos reales.

La evaluación auténtica surge como una respuesta a estas demandas, al plantear que los estudiantes deben ser evaluados mediante tareas significativas, vinculadas con problemas del mundo real y con un fuerte énfasis en la construcción social del conocimiento. Como señalan Wiggins (1998) y Gulikers et al. (2004), la autenticidad no reside únicamente en la naturaleza de la tarea, sino en su relevancia para la vida académica, profesional y social del estudiante. En entornos virtuales, este enfoque adquiere mayor relevancia, pues la mediación tecnológica permite diseñar experiencias situadas, colaborativas y abiertas, en las que los estudiantes no solo consumen información, sino que producen y comparten conocimiento.

Diversos estudios (Camacho-Navarro, 2018; Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020, 2023) han mostrado que la incorporación de estrategias de evaluación auténtica en escena-

rios mediados por tecnologías de información y comunicación (TIC) fomenta la participación activa del estudiante, fortalece la interacción en comunidades virtuales de aprendizaje y contribuye al desarrollo de competencias digitales tanto en docentes como en alumnos. Sin embargo, la implementación de este enfoque también plantea desafíos relacionados con la formación docente, la disponibilidad tecnológica y la necesidad de marcos éticos claros para el uso de herramientas digitales.

La evaluación auténtica emerge como una de las respuestas más sólidas a los desafíos planteados por la educación en entornos virtuales. Este enfoque se fundamenta en la premisa de que los aprendizajes más significativos se evidencian cuando los estudiantes enfrentan tareas complejas, contextualizadas y vinculadas con situaciones del mundo real. A diferencia de la evaluación tradicional, centrada en la reproducción de contenidos, la evaluación auténtica prioriza la transferencia del conocimiento, la resolución de problemas y la reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje.

En esta línea, Marín et al. (2025) advierten que la implementación de enfoques pedagógicos innovadores —como la evaluación auténtica— depende en gran medida de la agencia docente y de su capacidad para articular los entornos digitales como verdaderas ecologías de aprendizaje, y no solo como repositorios tecnológicos.

Este capítulo tiene como propósito analizar los fundamentos teóricos y metodológicos de la evaluación auténtica aplicada a entornos virtuales, presentando sus principios clave, el rol del docente y las competencias digitales necesarias para llevarla a cabo. Asimismo, se destacan los retos y oportunidades que ofrece este enfoque en la educación superior contemporánea, estableciendo la base conceptual que permitirá, en capítulos posteriores, profundizar en el diseño de actividades, el uso de herramientas digitales y las experiencias prácticas que ilustran su potencial transformador.

## DE LA EVALUACIÓN TRADICIONAL A LA EVALUACIÓN AUTÉNTICA

Durante décadas, la evaluación en educación se ha concebido fundamentalmente como un mecanismo de control y verificación del aprendizaje. Bajo esta visión tradicional, se privilegian los exámenes estandarizados, las pruebas objetivas y los productos medibles que ofrecen una imagen parcial de lo que el estudiante *sabe* en un momento específico. Este modelo, aunque extendido y funcional en contextos de masificación educativa, ha sido objeto de críticas por su reduccionismo y por la escasa relación que guarda con las

competencias que los estudiantes requieren en la vida académica, profesional y social (Coll, 2009; Perrenoud, 2004).

La evaluación tradicional presenta varias limitaciones:

- Fragmenta el conocimiento en ítems aislados.
- Enfatiza la memorización de contenidos por encima de su aplicación.
- Sitúa al docente como juez único del desempeño, limitando la participación activa del estudiante en su propio proceso formativo.
- Se centra en el producto final sin considerar el proceso de aprendizaje.

En contraposición, la evaluación auténtica emerge como un enfoque centrado en la construcción de conocimiento y en la relevancia de las tareas evaluativas. Wiggins (1998) la define como la evaluación que demanda a los estudiantes realizar *tareas significativas* que simulen los retos del mundo real. Gulikers et al. (2004) añaden que la autenticidad se mide en función del grado de correspondencia entre la tarea evaluativa y las situaciones de la práctica profesional o social.

La autenticidad en la evaluación implica (Figura 3):

1. Vinculación con contextos reales o simulados que reflejen problemas relevantes.
2. Integración de competencias cognitivas, prácticas y actitudinales.
3. Participación activa del estudiante, que asume un rol protagónico en su proceso de aprendizaje.
4. Uso de criterios claros y transparentes (rúbricas, indicadores de desempeño).
5. Reflexión y retroalimentación como parte inherente del proceso.

En entornos virtuales, este tipo de evaluación se potencia gracias a la mediación tecnológica, que permite recrear escenarios auténticos mediante simuladores, estudios de caso, proyectos colaborativos en línea y el uso de herramientas digitales para la producción de evidencias. Tal como señalan Camacho-Navarro y Salinas -García (2023), la evaluación auténtica en la virtualidad no solo favorece el aprendizaje situado, sino que transforma las dinámicas de interacción y colaboración, generando comunidades de práctica en las que el estudiante aprende en diálogo con otros.

Figura 3

*La autenticidad en la evaluación*



En los entornos virtuales, la evaluación auténtica adquiere un sentido particular, ya que la mediación tecnológica permite diseñar experiencias de aprendizaje abiertas, colaborativas y multimodales. Plataformas educativas, herramientas de comunicación síncrona y asíncrona, así como recursos digitales diversos, amplían las posibilidades de registro y análisis del aprendizaje. No obstante, su integración requiere un diseño pedagógico intencional que evite la simple digitalización de prácticas evaluativas tradicionales.

Uno de los fundamentos clave de la evaluación auténtica en la virtualidad es el aprendizaje situado. Este enfoque reconoce que el conocimiento se construye en interacción con el contexto y con otros sujetos, por lo que las tareas evaluativas deben reflejar situaciones relevantes para la vida académica, profesional y social del estudiante. En este sentido, proyectos integradores, estudios de caso, narrativas digitales y portafolios electrónicos se consolidan como estrategias privilegiadas para evidenciar aprendizajes complejos.

La transición de la evaluación tradicional a la auténtica, especialmente en contextos digitales, supone un cambio de paradigma en el que la evaluación deja de ser un evento aislado para convertirse en un proceso continuo, formativo y situado en la práctica. Este viraje plantea retos importantes —como la capacitación docente y la redefinición de los sistemas institucionales de evaluación—, pero abre también oportunidades para alinear la educación con las demandas de un mundo en permanente transformación.

## APRENDIZAJE SITUADO Y EVALUACIÓN AUTÉNTICA EN LA VIRTUALIDAD

El concepto *aprendizaje situado* surgió a partir de las aportaciones de Lave y Wenger (1991), quienes plantearon que el conocimiento no se construye de manera aislada, sino en contextos sociales y culturales específicos, dentro de comunidades de práctica. Esta perspectiva sostiene que el aprendizaje es inseparable de la acción, la interacción y la identidad de los participantes en situaciones reales.

En este marco, la evaluación auténtica se convierte en un componente indispensable, al exigir que las tareas evaluativas estén contextualizadas en escenarios significativos, donde el estudiante pueda movilizar saberes, habilidades y actitudes en la resolución de problemas complejos. Herrington y Oliver (2000) señalan que el aprendizaje situado se potencia cuando se plantea a los estudiantes actividades que reflejan la práctica profesional o social, lo que otorga pertinencia y transferibilidad al conocimiento adquirido.

En los entornos virtuales de aprendizaje, la relación entre aprendizaje situado y evaluación auténtica adquiere una dimensión particular. La mediación tecnológica permite recrear o simular escenarios reales y ofrecer al estudiante oportunidades de participación activa mediante:

- Estudios de caso interactivos que replican situaciones profesionales.
- Proyectos colaborativos en línea, donde los participantes diseñan soluciones a problemas comunes.
- Comunidades virtuales de aprendizaje (CVA), que promueven la interacción constante y la construcción colectiva de conocimiento (Camacho-Navarro, 2018).
- Narrativas digitales y reflexivas, que vinculan la experiencia personal con el proceso formativo (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020).

Como señalan Camacho-Navarro y Salinas-García (2023), el aprendizaje situado en la virtualidad requiere de espacios intencionados para la colaboración y la interacción, donde el docente deja de ser transmisor de contenidos para convertirse en mediador, facilitador y diseñador de experiencias. Esto implica, además, reconocer la importancia de la comunidad virtual como espacio para la evaluación: el rendimiento del estudiante no solo se observa en productos individuales, sino en su participación, aportaciones y capacidad de trabajar en red.

La articulación entre aprendizaje situado y evaluación auténtica en entornos digitales ofrece múltiples beneficios:

- Promueve la transferencia del conocimiento a contextos reales.
- Favorece el aprendizaje significativo y la motivación intrínseca.
- Desarrolla competencias digitales y socioemocionales.
- Fortalece la capacidad crítica y reflexiva del estudiante.

No obstante, también plantea desafíos como la necesidad de diseñar actividades pertinentes, garantizar la accesibilidad tecnológica y formar a los docentes en nuevas metodologías. Estos aspectos se desarrollarán en las siguientes secciones, al analizar los principios metodológicos y el rol del docente en la evaluación auténtica en línea.

## PRINCIPIOS METODOLÓGICOS DE LA EVALUACIÓN AUTÉNTICA EN LÍNEA

La implementación de la evaluación auténtica en entornos virtuales requiere de un cambio conceptual y de la adopción de principios metodológicos que orienten el diseño, desarrollo y gestión de las experiencias de aprendizaje. Estos principios constituyen guías prácticas para asegurar que la evaluación se vincule con la realidad, sea significativa para el estudiante y fomente la construcción colectiva del conocimiento.

Diversos autores (Wiggins, 1998; Herrington & Oliver, 2000; Gulikers et al., 2004) coinciden en que la evaluación auténtica se fundamenta en la relevancia de las tareas, la reflexión y la transferencia del aprendizaje a contextos reales. En la virtualidad, estos elementos se combinan con el potencial de las tecnologías digitales, lo que amplía las posibilidades de diseño y retroalimentación.

Los principios metodológicos de la evaluación auténtica en línea incluyen la coherencia entre objetivos, actividades e instrumentos; el énfasis en el proceso, más que en el resultado; la retroalimentación formativa y continua; la colaboración y la coevaluación; así como el desarrollo de competencias digitales y metacognitivas. Estos principios redefinen el rol del docente, quien deja de ser un mero calificador para convertirse en diseñador de experiencias evaluativas y acompañante del aprendizaje. A partir de la revisión de literatura y de experiencias documentadas (Camacho-Navarro, 2018; 2025; Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020, 2023), se identifican los siguientes principios metodológicos clave:

### 1. AUTENTICIDAD DE LA TAREA

La evaluación debe plantear situaciones significativas que trasciendan la mera reproducción de contenidos. En entornos virtuales, esto puede lograrse mediante estudios de caso, proyectos interdisciplinarios y problemas reales vinculados al contexto profesional o social del estudiante.

### 2. CONTEXTUALIZACIÓN

El aprendizaje debe situarse en un marco cultural, social o profesional, lo que otorga sentido a la tarea. La virtualidad facilita la creación de comunidades virtuales de aprendizaje donde los estudiantes se insertan en prácticas colectivas, generando interacción y pertinencia.

### 3. EVALUACIÓN DEL PROCESO MÁS QUE DEL PRODUCTO

La atención no se centra únicamente en los resultados finales, sino en el recorrido del estudiante: cómo busca información, cómo colabora y cómo toma decisiones. En entornos digitales, los portafolios electrónicos y los registros de actividad en LMS permiten documentar y valorar este proceso.

### 4. COLABORACIÓN E INTERACCIÓN

La construcción de conocimiento auténtico requiere diálogo y cooperación. En la virtualidad, esto se traduce en proyectos grupales, actividades de coevaluación y experiencias de aprendizaje en red.

### 5. RETROALIMENTACIÓN FORMATIVA

La retroalimentación se convierte en un proceso continuo que orienta y mejora el aprendizaje. El uso de foros, videoconferencias y comentarios en plataformas digitales enriquece la retroalimentación, permitiendo que sea inmediata, personalizada y multimodal.

### 6. COMPETENCIAS DIGITALES

Docentes y estudiantes deben poseer competencias digitales para participar en experiencias auténticas de evaluación. Estudios como los de Camacho-Navarro y Salinas-García (2020) y Camacho-Navarro (2025) muestran que la autopercepción de la competencia digital influye directamente en la capacidad de diseñar, ejecutar y valorar tareas auténticas.

## 7. REFLEXIÓN CRÍTICA

La evaluación auténtica promueve que el estudiante sea consciente de su proceso de aprendizaje. Herramientas como diarios digitales, autoevaluaciones y rúbricas compartidas fomentan la metacognición y la autonomía.

Diversos estudios han evidenciado que, en entornos virtuales, el docente asume un rol central como diseñador, mediador y conductor del proceso formativo, enfrentándose a factores contextuales que inciden directamente en la evaluación, la retroalimentación y el seguimiento del aprendizaje (Pérez García & Camacho-Navarro, 2024).

En síntesis, estos principios metodológicos establecen las bases para una evaluación auténtica que no solo mide resultados, sino que acompaña, orienta y transforma la experiencia de aprendizaje en línea. Su aplicación práctica permite al docente diseñar escenarios virtuales más significativos; al estudiante, asumir un rol activo en su formación; a las instituciones, avanzar hacia modelos de evaluación coherentes con las demandas de la sociedad digital.

## **ROL DEL DOCENTE Y COMPETENCIAS DIGITALES PARA LA EVALUACIÓN**

La transición hacia una evaluación auténtica en entornos virtuales no puede entenderse sin analizar el papel del docente. En este nuevo paradigma, el profesor deja de ser un transmisor de contenidos para convertirse en diseñador de experiencias de aprendizaje, mediador de procesos y facilitador de la construcción colectiva del conocimiento. Esto implica una redefinición profunda de su rol profesional y la adquisición de competencias específicas que le permitan desenvolverse en escenarios digitales.

Como señalan diversos estudios (Camacho-Navarro, 2018; 2025; Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020), el docente en contextos virtuales asume múltiples funciones:

- Diseñador pedagógico, responsable de crear actividades auténticas y situadas.
- Gestor de comunidades virtuales de aprendizaje, fomentando la interacción y el sentido de pertenencia.
- Evaluador formativo, que acompaña el proceso del estudiante con retroalimentación constante.
- Curador de contenidos digitales, capaz de seleccionar y adaptar recursos pertinentes para la tarea.

- Agente reflexivo, que ajusta su práctica en función de la evidencia recogida en el proceso evaluativo.

Este nuevo perfil requiere el desarrollo de competencias digitales docentes (INTEF, 2017; UNESCO, 2019), entendidas como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para integrar las tecnologías en la enseñanza de manera crítica, ética y efectiva. Entre las más relevantes para la evaluación auténtica en línea destacan:

1. Alfabetización informacional: capacidad para buscar, seleccionar y analizar información digital confiable.
2. Comunicación y colaboración: uso de entornos digitales para trabajar en red, interactuar con estudiantes y colegas, y promover comunidades de práctica.
3. Creación de contenido digital: diseño de materiales interactivos, tareas auténticas y recursos multimedia que apoyen la evaluación.
4. Seguridad digital: protección de datos, manejo responsable de la identidad digital y promoción de la ciudadanía digital.
5. Resolución de problemas: selección crítica de herramientas digitales y capacidad para integrar nuevas tecnologías en función de objetivos pedagógicos.

La literatura y la práctica docente muestran que existe una brecha entre las expectativas y la realidad: mientras se exige al profesorado un dominio amplio de las competencias digitales, los procesos de formación inicial y continua no siempre garantizan una preparación suficiente (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020). Esto se traduce en tensiones y resistencias que obstaculizan la implementación de modelos de evaluación auténtica.

No obstante, los resultados de investigaciones recientes (Camacho-Navarro, 2023; 2025) evidencian que cuando los docentes fortalecen sus competencias digitales, logran diseñar experiencias evaluativas más significativas, incorporar la retroalimentación multimodal y favorecer la autonomía del estudiante. La clave radica en concebir al docente como un agente transformador de su práctica, capaz de repensar los enfoques de evaluación en función de las posibilidades que ofrecen los entornos virtuales y de los retos que plantea la sociedad digital contemporánea.

En síntesis, el rol del docente en la evaluación auténtica en línea exige flexibilidad, creatividad y compromiso con la innovación educativa, sustentado en un marco sólido

de competencias digitales. Esto no solo asegura la pertinencia de la evaluación, sino que también posiciona al docente como un referente en la formación de ciudadanos críticos, autónomos y capaces de transferir lo aprendido a la vida real (Tabla 1).

**Tabla 1**  
*Aplicación de la evaluación auténtica en línea*

Área de competencia digital	Descripción	Aplicación en la evaluación auténtica en línea	Ejemplo de producción
Alfabetización informacional	Buscar, evaluar y gestionar información digital de forma crítica.	Seleccionar casos, problemas y recursos auténticos para tareas situadas.	Diagnóstico con T-autoetnografía (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020, 2020).
Comunicación y colaboración	Interactuar, compartir recursos y participar en comunidades digitales.	Fomentar coevaluación y proyectos colaborativos en entornos virtuales.	Comunidades Virtuales de Aprendizaje (Camacho Navarro, 2018).
Creación de contenido digital	Diseñar y adaptar materiales multimedia y recursos interactivos.	Elaborar rúbricas digitales, portafolios electrónicos y actividades situadas.	Estrategia de aprendizaje situado y evaluación auténtica (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2022).
Seguridad digital	Proteger datos, identidad y promover ciudadanía digital.	Garantizar privacidad en la entrega de evidencias y en la interacción en línea.	Estudios sobre ciberacoso y convivencia digital (Gutiérrez y Camacho, 2020).
Resolución de problemas	Identificar necesidades, elegir herramientas y adaptar tecnologías.	Integrar analíticas de aprendizaje, IA y LMS para retroalimentación formativa.	Competencia digital docente autopercibida (Camacho-Navarro & Rodríguez-Sánchez, 2025).
Reflexión y desarrollo profesional	Actualizarse de manera continua y reflexionar sobre la propia práctica.	Ajustar criterios de evaluación según evidencias y necesidades del grupo.	Interacción y colaboración en entornos virtuales (Camacho Navarro y Salinas García, 2023).

## RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA EVALUACIÓN AUTÉNTICA EN ENTORNOS VIRTUALES

La consolidación de la evaluación auténtica en escenarios virtuales representa una oportunidad para transformar las prácticas educativas, pero también plantea retos significativos que deben ser reconocidos y atendidos. La virtualidad, lejos de ser un simple canal de transmisión de contenidos, abre posibilidades para situar el aprendizaje en contextos reales

y generar procesos de evaluación más pertinentes. Sin embargo, su implementación enfrenta barreras de orden pedagógico, tecnológico e institucional.

## RETOS

### 1. Brecha digital

- Persisten desigualdades en el acceso a infraestructura tecnológica, conectividad y dispositivos adecuados (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020).
- Estas limitaciones condicionan la participación de los estudiantes en experiencias de evaluación auténtica, reduciendo la equidad del proceso.

### 2. Formación docente insuficiente

- Muchos profesores no cuentan con una preparación sólida en competencias digitales ni en metodologías de evaluación innovadoras (Camacho-Navarro, 2018; 2025).
- Esto genera resistencias y la tendencia a reproducir en entornos virtuales los mismos esquemas tradicionales.

### 3. Sobrecarga y gestión del tiempo

- Diseñar, implementar y retroalimentar tareas auténticas en línea exige mayor inversión de tiempo y esfuerzo docente.
- La falta de apoyos institucionales dificulta su sostenibilidad.

### 4. Cuestiones éticas y de seguridad digital

- El resguardo de datos, la identidad digital y la protección contra riesgos como el ciberacoso son aspectos críticos que deben atenderse en cualquier proceso evaluativo (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020).

### 5. Reconocimiento institucional limitado

- En algunos contextos, las prácticas de evaluación auténtica en línea no son valoradas ni respaldadas en los sistemas de acreditación y certificación, lo que limita su impacto.

## OPORTUNIDADES

### 1. Innovación pedagógica

- La evaluación auténtica en línea permite explorar nuevos formatos (portafolios digitales, narrativas multimedia, simulaciones interactivas) que enriquecen la experiencia de aprendizaje (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2022).

### 2. Personalización y flexibilidad

- Los entornos digitales facilitan adaptar las tareas a las necesidades y ritmos de los estudiantes, promoviendo procesos de aprendizaje más inclusivos.

### 3. Desarrollo de competencias digitales

- Tanto docentes como estudiantes fortalecen sus habilidades en el uso crítico y creativo de la tecnología, alineadas con los marcos internacionales de competencia digital (INTEF, 2017; UNESCO, 2019).

### 4. Analíticas de aprendizaje e inteligencia artificial

- El uso de datos generados en plataformas educativas abre posibilidades para monitorear procesos, detectar dificultades y enriquecer la retroalimentación en tiempo real (Camacho-Navarro, 2025).

### 5. Construcción de comunidades de práctica

- La evaluación auténtica favorece la interacción sostenida en comunidades virtuales, donde el aprendizaje se convierte en un proceso social y colaborativo (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2023).

En síntesis, los retos y oportunidades de la evaluación auténtica en entornos virtuales configuran un campo en tensión que requiere una mirada crítica y propositiva. Superar las barreras mencionadas no solo implica dotar de infraestructura y formación docente, sino también repensar los marcos institucionales y éticos que regulan la evaluación en la era digital. Al mismo tiempo, aprovechar las oportunidades permite avanzar hacia prácticas de evaluación más pertinentes, inclusivas y transformadoras, en sintonía con las demandas de la sociedad contemporánea (Figura 4).

Figura 4

*Retos y oportunidades de la evaluación auténtica en entornos virtuales*



## CONCLUSIONES

La evaluación auténtica en entornos virtuales se consolida como una estrategia pedagógica que responde a las demandas de la educación contemporánea, caracterizada por la globalización del conocimiento, la expansión de los entornos digitales y la necesidad de formar profesionales capaces de transferir sus aprendizajes a contextos reales.

A lo largo de este capítulo se ha mostrado cómo la evaluación tradicional, centrada en la memorización y la verificación de resultados, resulta insuficiente frente a los retos actuales. En contraposición, la evaluación auténtica, sustentada en el aprendizaje situado, plantea un enfoque integral en el que el estudiante es protagonista de su proceso formativo, asume responsabilidades en comunidades virtuales de práctica y desarrolla competencias que trascienden el aula.

Los principios metodológicos analizados —autenticidad, contextualización, énfasis en el proceso, colaboración, retroalimentación formativa, desarrollo de competencias digitales y reflexión crítica— constituyen el marco de acción para repensar la evaluación en línea. Asimismo, se ha puesto de relieve que el rol del docente es esencial: más que transmisor de información, se convierte en mediador, diseñador de experiencias y agente reflexivo que impulsa la innovación educativa desde el dominio de las competencias digitales.

La discusión sobre retos y oportunidades evidencia que aún persisten barreras como la brecha digital, la falta de formación docente y los riesgos asociados a la seguridad digital. Sin embargo, también se abren horizontes para la innovación pedagógica, la personalización del aprendizaje, el uso de analíticas y la construcción de comunidades de práctica que transforman la experiencia educativa.

Entendemos que la evaluación auténtica en entornos virtuales plantea retos importantes relacionados con la equidad tecnológica, la formación docente y la sostenibilidad institucional. Persisten brechas de acceso, uso y apropiación de las tecnologías que condicionan la participación del estudiantado. Por ello, resulta indispensable que las instituciones educativas desarrollen políticas y estrategias de apoyo que garanticen condiciones mínimas para una evaluación justa e inclusiva.

En este sentido, la evaluación auténtica en entornos virtuales no debe entenderse únicamente como un conjunto de técnicas, sino como un marco epistemológico y ético que redefine la manera en que se concibe el aprendizaje en la sociedad digital.

Este capítulo ha establecido los fundamentos conceptuales y metodológicos necesarios para comprender la pertinencia de la evaluación auténtica en escenarios digitales. El siguiente capítulo profundizará en el diseño de actividades y la evaluación en educación en línea, mostrando cómo estos principios se traducen en estrategias didácticas concretas que favorecen la construcción de aprendizajes significativos y transferibles.

# CAPÍTULO 3.

## DISEÑO DE ACTIVIDADES Y EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN EN LÍNEA



### INTRODUCCIÓN

El diseño de actividades constituye uno de los ejes centrales de la educación en línea, pues es a través de él donde se concretan los principios pedagógicos, las estrategias de enseñanza y los procesos de evaluación. En los entornos virtuales, el diseño no se limita a la organización de contenidos, sino que implica la creación de experiencias de aprendizaje significativas, contextualizadas y alineadas con los objetivos formativos.

En el marco de la evaluación auténtica, el diseño de actividades adquiere un papel aún más relevante. Evaluar de manera auténtica supone que las tareas planteadas sean coherentes con las competencias que se busca desarrollar y que reflejen los contextos reales donde el conocimiento cobra sentido. Por tanto, el diseño didáctico y la evaluación no son procesos separados, sino dimensiones complementarias de un mismo fenómeno: aprender haciendo, reflexionando y demostrando lo aprendido en situaciones relevantes.

Los avances tecnológicos y la expansión de los entornos virtuales abrieron nuevas posibilidades para materializar este enfoque. La integración de recursos interactivos, plataformas colaborativas y herramientas de comunicación permiten diseñar actividades más flexibles, inclusivas y participativas. También han surgido nuevos desafíos: planificar experiencias que mantengan la autenticidad del aprendizaje, garantizar la interacción significativa entre los participantes y articular mecanismos de evaluación coherentes con el entorno digital.

Como señalan Camacho-Navarro y Salinas-García (2022; 2023), el diseño de actividades en línea requiere una mirada pedagógica situada, donde la tecnología se pone al servicio del aprendizaje y no al revés. Las decisiones sobre herramientas, recursos y estrategias deben estar guiadas por la intención formativa y la pertinencia del contexto. En este sentido, el diseño instruccional se convierte en un proceso de mediación entre la teoría y la práctica, donde la creatividad docente y el dominio de las competencias digitales resultan esenciales.

El presente capítulo profundiza en los fundamentos, estrategias y recursos metodológicos para el diseño de actividades en educación en línea, con especial énfasis en su articulación con la evaluación auténtica. A lo largo de sus apartados se abordarán los principios del diseño instruccional situado, las estrategias didácticas centradas en tareas auténticas, los instrumentos de evaluación que permiten valorar el proceso y el producto del aprendizaje, así como ejemplos de aplicación en experiencias reales de enseñanza virtual.

## FUNDAMENTOS DEL DISEÑO DE ACTIVIDADES EN LÍNEA

El diseño en línea requiere anticipar procesos cognitivos, sociales y tecnológicos. Implica coherencia entre objetivos, actividades y evaluación. Se sustenta en la acción significativa, la construcción social del conocimiento y el aprendizaje situado. El diseño de actividades en entornos virtuales se erige como el componente estructural que da vida al proceso educativo, pues articula los objetivos de aprendizaje con las estrategias, los recursos y la evaluación.

A diferencia de la enseñanza presencial, donde la interacción cara a cara permite ajustes inmediatos y respuestas intuitivas, en la educación en línea el diseño debe anticipar los procesos cognitivos, sociales y tecnológicos que se desarrollarán durante la experiencia formativa. En consecuencia, el diseño didáctico adquiere un carácter estratégico y reflexivo, que requiere planificación, coherencia y adaptabilidad.

Desde una perspectiva constructivista, el diseño de actividades debe orientarse hacia la acción significativa y la construcción social del conocimiento. El estudiante aprende, no solo al recibir información, sino al enfrentarse a situaciones que demandan interpretación, decisión y colaboración. En este sentido, el diseño instruccional debe concebirse como un proceso dinámico en el que se planifican contextos, tareas y mediaciones que favorecen el aprendizaje activo (Merrill, 2002; Reigeluth, 2013).

Camacho-Navarro y Salinas-García (2022) enfatizan que en la educación en línea el diseño no se limita a la secuenciación de contenidos ni al uso de herramientas tecnológicas, sino que debe responder a propósitos formativos claros y contextualizados. La coherencia entre los objetivos, las actividades y los instrumentos de evaluación es esencial para garantizar la autenticidad del aprendizaje. En esa propuesta basada en el aprendizaje situado, el diseño debe integrar tres dimensiones clave:

1. El contexto, entendido como el escenario que dota de significado a la tarea.
2. La actividad, concebida como acción significativa y colaborativa.
3. La evaluación, integrada al proceso como oportunidad de reflexión y mejora.

De este modo, el diseño instruccional no es una fase previa a la enseñanza, sino una estructura viva que acompaña y orienta el desarrollo del curso. En la educación virtual, esta planificación debe prever la interactividad, la autonomía y la mediación tecnológica, garantizando que cada decisión de diseño responda a los principios pedagógicos y no a la novedad tecnológica.

En el estudio *Factores de impacto en el aprendizaje en línea* (Pérez García & Camacho-Navarro, 2024) se identifican elementos que condicionan la eficacia del diseño: la claridad de las instrucciones, la pertinencia de las actividades, el acompañamiento docente y la calidad de la retroalimentación. Estos factores muestran que el éxito del aprendizaje en línea no depende únicamente de la plataforma utilizada, sino de la intencionalidad pedagógica que guía el diseño de las actividades y de la coherencia entre lo que se enseña, se practica y se evalúa.

Un diseño sólido, por tanto, debe responder a cuatro principios esenciales:

- Coherencia: alineación entre competencias, actividades y evaluación.
- Flexibilidad: capacidad de adaptación a las necesidades y ritmos del estudiante.
- Interactividad: fomento del diálogo y la colaboración entre participantes.
- Evaluación integrada: concebir la evaluación como parte del aprendizaje, no como resultado final.

Estos principios coinciden con el enfoque de evaluación auténtica, donde la tarea no solo se utiliza para comprobar aprendizajes, sino para provocarlos. Diseñar actividades

auténticas implica crear situaciones donde el estudiante se enfrente a problemas del mundo real, asuma roles activos y genere productos significativos.

En síntesis, los fundamentos del diseño de actividades en línea exigen trascender la lógica transmisiva y avanzar hacia modelos participativos, reflexivos y contextualizados. La planificación de experiencias auténticas de aprendizaje es, en sí misma, un acto de evaluación, pues cada decisión de diseño —desde la selección de herramientas hasta la definición de criterios de desempeño— orienta lo que los estudiantes valoran, practican y comprenden (Figura 5).

**Figura 5**

*Fundamentos del diseño de actividades en línea*



## ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS CENTRADAS EN TAREAS AUTÉNTICAS

Las tareas auténticas constituyen el núcleo de la evaluación significativa en entornos virtuales, pues representan el punto de encuentro entre *el saber*, *el saber hacer* y *el saber ser*. A diferencia de las actividades tradicionales —que suelen fragmentar el conocimiento o limitarse a la repetición de información—, las tareas auténticas demandan del estudiante aplicar sus aprendizajes en contextos complejos, abiertos y próximos a la realidad profesional o social.

Desde la perspectiva del aprendizaje situado, estas tareas deben vincularse con un contexto reconocible y retador, donde los estudiantes asuman un rol activo y puedan to-

mar decisiones. Como señalan Camacho-Navarro y Salinas-García (2023), diseñar tareas auténticas en entornos virtuales implica trasladar la esencia del aprendizaje experiencial al espacio digital, integrando componentes de colaboración, reflexión y creación.

Entre las estrategias didácticas más efectivas para promover este tipo de aprendizaje en línea destacan:

#### PROYECTOS INTEGRADORES O BASADOS EN PROBLEMAS REALES

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) constituyen metodologías idóneas para el diseño de tareas auténticas. Estas estrategias permiten que los estudiantes analicen, planifiquen y propongan soluciones a situaciones reales vinculadas con su campo de estudio.

En entornos virtuales, los proyectos pueden desarrollarse mediante herramientas colaborativas —como foros, *wikis*, documentos compartidos o aulas en *Learning Management System* (LMS)—, integrando momentos de reflexión y retroalimentación. Ejemplo: En los cursos en línea analizados por Camacho-Navarro y Salinas-García (2022), los estudiantes diseñaron intervenciones educativas contextualizadas en instituciones reales, presentando sus productos en formato multimedia como evidencia de aprendizaje.

#### ESTUDIOS DE CASO DIGITALES Y SIMULACIONES

Los estudios de caso son una estrategia valiosa para promover la transferencia de conocimientos. Su uso en entornos digitales permite incorporar materiales audiovisuales, testimonios o bases de datos interactivas que enriquecen la experiencia. Asimismo, las simulaciones virtuales ofrecen escenarios controlados donde los estudiantes experimentan la toma de decisiones y analizan las consecuencias de sus acciones, fortaleciendo la comprensión de procesos complejos.

Ejemplo: En el estudio sobre *Factores de impacto en el aprendizaje en línea* (Pérez García & Camacho-Navarro, 2024), se evidenció que los casos digitales promueven mayor motivación y comprensión cuando se acompañan de rúbricas claras y retroalimentación formativa.

### NARRATIVAS DIGITALES Y DIARIOS REFLEXIVOS

Las narrativas digitales integran la dimensión personal, tecnológica y pedagógica del aprendizaje. A través de ellas, los estudiantes elaboran relatos multimedia que documentan su experiencia formativa, articulando teoría y práctica (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020). Estas narrativas fomentan la metacognición y permiten al docente evaluar el proceso y el producto, reconociendo la voz del estudiante como fuente de evidencia y análisis.

### APRENDIZAJE COLABORATIVO Y COEVALUACIÓN

La colaboración es un rasgo esencial de las tareas auténticas, pues reproduce la dinámica del trabajo en equipo propia de los contextos profesionales. En la virtualidad, esta colaboración se sostiene a través de herramientas sincrónicas y asincrónicas, donde el diálogo y la negociación se convierten en procesos de construcción conjunta del conocimiento.

La coevaluación —cuando los estudiantes valoran el desempeño de sus pares— fortalece la responsabilidad compartida, amplía los criterios de calidad y favorece la comprensión del propio proceso de aprendizaje (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2023).

### INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DIGITALES CREATIVAS

El diseño de tareas auténticas en línea demanda seleccionar recursos tecnológicos que potencien la creación, la expresión y la interacción. Herramientas como *Genially*, *Canva*, *Padlet*, o los entornos de aprendizaje institucionales (como *DIDACTIC* o *Moodle*) permiten crear actividades que involucren múltiples lenguajes y modos de representación. No obstante, la selección de la herramienta debe responder a un criterio pedagógico, no meramente técnico: su valor radica en la posibilidad de generar significado, interacción y reflexión.

En conjunto, estas estrategias configuran un modelo de enseñanza que coloca al estudiante como protagonista y al docente como mediador del aprendizaje. Como señalan Camacho-Navarro y Salinas-García (2022): diseñar tareas auténticas en la educación en línea implica una *pedagogía de la acción y del sentido*, donde aprender y evaluar se funden en una misma práctica.

En el siguiente apartado se abordará cómo estas estrategias se sostienen a través de la interacción y la colaboración, elementos que constituyen la base relacional y comunicativa de todo proceso de aprendizaje situado en entornos virtuales.

## DISEÑO PARA LA INTERACCIÓN Y LA COLABORACIÓN

La interacción y la colaboración son pilares fundamentales en el aprendizaje situado y, por tanto, en el diseño de actividades orientadas a la evaluación auténtica en entornos virtuales. En estos escenarios, el conocimiento se construye en diálogo con otros, mediante la participación activa en comunidades de aprendizaje donde el intercambio de ideas, la negociación de significados y la co-construcción del conocimiento se convierten en procesos esenciales para el desarrollo de competencias.

### LA INTERACCIÓN COMO EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE

En la educación virtual, la interacción trasciende la comunicación técnica para convertirse en una experiencia pedagógica intencionada. No se trata solo de intercambiar mensajes, sino de generar un espacio de presencia social y cognitiva, donde cada participante se sienta parte de un proceso colectivo. Como señalan Camacho-Navarro y Salinas-García (2023), la interacción en entornos virtuales es el hilo que sostiene la construcción del conocimiento situado porque permite articular la dimensión individual con la colectiva.

El diseño para la interacción debe contemplar diferentes niveles:

- Interacción estudiante–contenido: se promueve mediante materiales que desafíen la comprensión y favorezcan la exploración autónoma.
- Interacción estudiante–docente: a través de retroalimentación constante, tutorías y acompañamiento formativo.
- Interacción estudiante–estudiante: mediante tareas colaborativas y espacios de diálogo que propicien la coevaluación y la reflexión compartida.

Para lograrlo, el diseño instruccional debe integrar recursos que fomenten la comunicación continua, como foros, videoconferencias, diarios colaborativos, *blogs* y entornos sociales de aprendizaje. En todos los casos, la intencionalidad pedagógica es clave: la interacción debe tener un propósito claro vinculado al logro de competencias y a la evaluación del proceso.

## LA COLABORACIÓN COMO CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO

La colaboración en entornos virtuales no ocurre de manera espontánea; requiere un diseño cuidadoso que structure la cooperación y garantice la corresponsabilidad. Desde la teoría del aprendizaje situado (Lave & Wenger, 1991), el conocimiento emerge de la participación legítima en comunidades de práctica. Esta perspectiva cobra especial relevancia en la virtualidad, donde la colaboración se convierte en el medio para sostener la presencia colectiva y la construcción de significado compartido.

Camacho-Navarro y Salinas-García (2022) destacan que las actividades colaborativas auténticas deben orientarse a la resolución de problemas, la producción de conocimiento y la reflexión conjunta. Esto implica que cada miembro del grupo asuma un rol definido, contribuya desde su experiencia y se comprometa con los resultados del equipo.

Algunas estrategias para promover la colaboración efectiva son:

- Proyectos de coautoría, en los que los participantes construyen productos digitales de forma conjunta.
- Debates moderados, que integran posturas diversas para llegar a acuerdos y conclusiones colectivas.
- Evaluaciones compartidas, donde los criterios se definen y aplican de manera conjunta por docentes y estudiantes.
- Portafolios grupales, que recopilan las evidencias y reflexiones de todo el equipo, documentando el proceso de aprendizaje colaborativo.

La colaboración, además, amplía el alcance de la evaluación: permite valorar no solo los resultados individuales, sino también las competencias sociales, comunicativas y éticas implicadas en el trabajo conjunto.

## COMUNIDADES VIRTUALES DE APRENDIZAJE COMO ECOSISTEMAS COLABORATIVOS

Las Comunidades Virtuales de Aprendizaje (CVA) representan la concreción de la interacción y la colaboración como prácticas sociales y pedagógicas. En ellas, el docente actúa como mediador, facilitador y gestor de la comunidad, mientras que los estudiantes construyen sentido colectivo a partir del intercambio continuo.

Como expone Camacho-Navarro (2018), las CVA son espacios que trascienden la idea de *aula digital* para convertirse en verdaderos entornos de desarrollo profesional y aprendizaje permanente. La pertenencia, la confianza y la participación activa son elementos que fortalecen el sentido de comunidad, lo cual incide directamente en la motivación y en la profundidad de los aprendizajes.

#### INTERACCIÓN, COLABORACIÓN Y EVALUACIÓN AUTÉNTICA

Diseñar para la interacción y la colaboración es, en última instancia, diseñar para evaluar de forma auténtica. La calidad de la participación, la capacidad de diálogo y la contribución al aprendizaje colectivo se convierten en indicadores de desempeño. Por ello, la evaluación debe contemplar mecanismos que reconozcan la participación en la comunidad, como rúbricas de interacción, diarios de colaboración y autoevaluaciones colectivas.

En la práctica, esto significa que la evaluación ya no ocurre al final del proceso, sino que se entreteje con las interacciones cotidianas y con la construcción conjunta de conocimiento. En palabras de Camacho-Navarro y Salinas-García (2023 NÚMERO PÁGINA), “la colaboración en entornos virtuales no es una condición añadida a la evaluación, sino su fundamento ético y metodológico”.

En conclusión, el diseño para la interacción y la colaboración en la educación en línea permite trasladar los principios del aprendizaje situado al entorno digital, fortaleciendo la dimensión social de la evaluación. En el siguiente apartado se abordarán los instrumentos y recursos de evaluación en línea que hacen posible documentar y valorar estos procesos de manera integral.

## INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN EN LÍNEA

El diseño de actividades auténticas en entornos virtuales exige repensar los instrumentos de evaluación para que estos no solo midan resultados, sino que acompañen el proceso de aprendizaje y fomenten la reflexión. En este contexto, los instrumentos adquieren una doble función: orientar la acción pedagógica y dar evidencia del desarrollo de competencias en escenarios digitales.

En la educación en línea, los instrumentos deben permitir registrar la participación, la colaboración, la creatividad y la transferencia del conocimiento, aspectos que trascienden las pruebas tradicionales. En este sentido, los portafolios electrónicos, las rúbricas digitales,

los diarios reflexivos y las narrativas digitales se consolidan como recursos esenciales en la evaluación auténtica.

#### RÚBRICAS DIGITALES: CRITERIOS CLAROS Y FORMATIVOS

Las rúbricas son herramientas que facilitan la evaluación transparente y la retroalimentación significativa. En entornos virtuales, su versión digital permite integrarlas directamente en plataformas de gestión del aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés), automatizando parte del proceso y ofreciendo una comunicación más inmediata.

El uso de rúbricas digitales permite:

- Clarificar los criterios de calidad de las tareas auténticas.
- Favorecer la coevaluación y la autoevaluación, al hacer visibles los estándares de desempeño.
- Promover una retroalimentación formativa, centrada en la mejora continua.

Camacho-Navarro y Salinas-García (2022) señalan que las rúbricas contribuyen a consolidar la coherencia entre objetivos, actividades y evaluación, además de fomentar la autorregulación del aprendizaje al brindar al estudiante un marco de referencia claro para valorar sus avances.

#### PORTAFOLIOS ELECTRÓNICOS: LA EVALUACIÓN COMO PROCESO

El portafolio electrónico es un instrumento privilegiado en la evaluación auténtica, pues permite recopilar evidencias del proceso de aprendizaje a lo largo del curso. En lugar de centrarse en productos aislados, el portafolio documenta el progreso del estudiante y sus reflexiones sobre lo aprendido.

Este tipo de instrumento favorece la metacognición, al integrar materiales diversos (textos, videos, infografías, presentaciones) que reflejan el desarrollo de competencias a lo largo del tiempo (Camacho-Navarro y Salinas-García, 2020). Además, posibilita al docente ofrecer una retroalimentación continua y contextualizada.

En la virtualidad, los portafolios pueden implementarse mediante plataformas institucionales, *blogs* personales, *wikis* o herramientas específicas como *Google Sites* o *Mahara*, combinando evidencias individuales y colaborativas.

#### DIARIOS Y BITÁCORAS REFLEXIVAS

El diario reflexivo es un instrumento de carácter introspectivo que promueve la toma de conciencia del propio aprendizaje. En el marco de la evaluación auténtica, los diarios permiten explorar cómo el estudiante interpreta sus experiencias, qué estrategias utiliza y cómo valora su proceso.

Estos instrumentos pueden presentarse en formato textual o multimodal (audios, videos, entradas en *blogs*). En los estudios de Camacho-Navarro y Salinas-García (2020, 2023), los diarios se consolidan como un espacio de diálogo entre el docente y el estudiante, que amplía la comprensión del proceso formativo y enriquece la retroalimentación.

#### NARRATIVAS DIGITALES Y EVIDENCIAS MULTIMEDIA

Las narrativas digitales integran elementos visuales, sonoros y textuales en un relato que da cuenta de la experiencia de aprendizaje. Este tipo de instrumento no solo recoge información sobre lo aprendido, sino que también revela la identidad y agencia del estudiante en su proceso.

Camacho-Navarro y Salinas-García (2020) destacan que la narrativa digital constituye una estrategia formativa que permite reconocer y recuperar la voz del estudiante, al ofrecerle un espacio para expresar su experiencia con la tecnología y construir significado sobre su propio proceso formativo. Desde esta perspectiva, no solo visibiliza su experiencia, sino que favorece la reflexión y comprensión de su relación con las herramientas digitales en su trayectoria educativa (pp. 1–2).

Las evidencias multimedia —videos explicativos, infografías interactivas, pódcasts— pueden integrarse dentro de las narrativas o como productos finales de tareas auténticas, lo que amplía las posibilidades expresivas y de evaluación.

#### INSTRUMENTOS COMBINADOS Y ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE

Los entornos virtuales ofrecen la posibilidad de integrar diversos instrumentos dentro del LMS o plataformas complementarias, lo que permite triangular la información y obtener una visión más completa del proceso.

Asimismo, las analíticas de aprendizaje emergen como una herramienta complementaria que permite rastrear patrones de participación, tiempos de dedicación y niveles de

interacción. Camacho-Navarro (2025) señala que su valor radica en la posibilidad de retroalimentar en tiempo real y ajustar las estrategias de enseñanza y evaluación en función de los datos generados por la propia plataforma.

#### LA COHERENCIA ENTRE INSTRUMENTO Y PROPÓSITO

Más allá de la herramienta elegida, el principio rector del diseño evaluativo debe ser la coherencia entre los instrumentos, los objetivos de aprendizaje y la naturaleza de las tareas auténticas. Cada instrumento debe responder a una pregunta pedagógica: ¿qué quiero que los estudiantes aprendan y cómo puedo observarlo en acción?

De este modo, los instrumentos de evaluación dejan de ser medios de control para convertirse en espacios de diálogo y reflexión, donde el docente y el estudiante participan activamente en la construcción del sentido del aprendizaje.

En el siguiente apartado se abordarán los retos que implica el diseño de actividades evaluativas en línea, así como las estrategias para asegurar su pertinencia, accesibilidad y sostenibilidad en la práctica educativa.

## RETOS EN EL DISEÑO DE ACTIVIDADES EVALUATIVAS EN LÍNEA

El diseño de actividades evaluativas en entornos virtuales con enfoque auténtico representa una oportunidad para transformar la enseñanza, pero también plantea una serie de desafíos que atraviesan las dimensiones pedagógica, tecnológica y humana. Superarlos implica no solo el dominio técnico de herramientas digitales, sino también una comprensión profunda de los procesos de aprendizaje, las condiciones institucionales y las particularidades del contexto.

#### MANTENER LA AUTENTICIDAD EN LA VIRTUALIDAD

Uno de los principales retos es preservar la autenticidad de las tareas en entornos mediados por tecnología. Diseñar actividades que conecten con la realidad de los estudiantes, que respondan a problemas significativos y que promuevan la transferencia del conocimiento requiere creatividad, investigación y conocimiento del contexto.

Camacho-Navarro y Salinas-García (2022) advierten que, en ocasiones, las actividades en línea se limitan a reproducir prácticas tradicionales — cuestionarios, foros sin propósito,

tareas aisladas — que poco contribuyen al aprendizaje situado. La clave radica en concebir el entorno digital como un espacio de acción y reflexión, no solo de transmisión.

#### GARANTIZAR LA EQUIDAD Y LA ACCESIBILIDAD

Las diferencias en el acceso a recursos tecnológicos, conectividad y alfabetización digital constituyen una brecha estructural que condiciona la participación equitativa en actividades auténticas. Este desafío, ampliamente documentado en la literatura (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020), obliga a diseñar con criterios de inclusión y flexibilidad, ofreciendo rutas alternativas de participación y evaluación.

Asegurar la accesibilidad también implica considerar aspectos como el lenguaje, la legibilidad, el diseño visual y la diversidad de formatos, garantizando que todas las personas puedan participar plenamente en las experiencias de aprendizaje.

#### FORMAR DOCENTES Y ACOMPAÑAMIENTO PEDAGÓGICO

Otro desafío central es la formación del profesorado en el diseño de actividades situadas y evaluaciones auténticas. La mayoría de los docentes universitarios no han recibido preparación formal en diseño instruccional para entornos digitales, lo que genera inseguridad y dependencia tecnológica (Camacho-Navarro, 2025).

Superar este reto implica fortalecer la competencia digital docente y promover comunidades de práctica donde los profesores compartan experiencias, herramientas y estrategias. La formación debe orientarse, no solo al uso técnico de plataformas, sino a la comprensión pedagógica del entorno virtual como espacio de interacción, colaboración y evaluación.

#### EQUILIBRAR LA CARGA DE TRABAJO Y LA SOSTENIBILIDAD

Diseñar y evaluar tareas auténticas en línea demanda una inversión considerable de tiempo y esfuerzo. La retroalimentación individualizada, la revisión de evidencias multimedia y el acompañamiento continuo pueden generar una sobrecarga que, si no se gestiona adecuadamente, afecta la sostenibilidad del modelo.

Pérez García & Camacho-Navarro (2024) señalan que este reto puede mitigarse mediante la planificación anticipada del calendario de actividades, la coevaluación entre pares y el uso estratégico de herramientas que automaticen procesos sin deshumanizar la evaluación.

#### ALINEAR EL DISEÑO CON LAS POLÍTICAS INSTITUCIONALES

Un desafío frecuente es la incongruencia entre las propuestas pedagógicas innovadoras y los marcos institucionales de evaluación. En muchos casos, las universidades continúan privilegiando modelos cuantitativos o exámenes estandarizados que no reflejan la complejidad del aprendizaje auténtico (Camacho-Navarro, 2023).

Superar esta tensión requiere impulsar políticas institucionales que reconozcan la diversidad de evidencias, la evaluación procesual y la validez de los productos digitales como manifestaciones legítimas del aprendizaje.

#### GARANTIZAR LA DIMENSIÓN ÉTICA Y LA SEGURIDAD DIGITAL

En la educación en línea, la evaluación debe contemplar aspectos éticos vinculados con la protección de datos, la autoría, la privacidad y la convivencia digital. Las tareas auténticas —por su carácter abierto y colaborativo— pueden exponer información personal o generar conflictos en la gestión del trabajo compartido.

Camacho-Navarro & Salinas García (2020) destacan que incorporar la educación digital ética como parte del diseño instruccional permite prevenir riesgos como el plagio, la sobreexposición o el ciberacoso, garantizando ambientes de aprendizaje seguros y respetuosos.

#### EVALUAR LO INTANGIBLE: LA COLABORACIÓN Y LA REFLEXIÓN

Evaluar procesos colaborativos y reflexivos supone otro reto metodológico. Los aprendizajes más significativos —como la autorregulación, la empatía o la construcción de sentido— no siempre se evidencian en productos tangibles. Por ello, es necesario complementar los instrumentos tradicionales con registros cualitativos (diarios, foros, autoevaluaciones) que permitan captar la riqueza de estos procesos (Figura 6).

**Figura 6***Interacción y colaboración de las actividades evaluativas en línea*

En síntesis, los retos del diseño de actividades evaluativas en línea evidencian la necesidad de un enfoque integral que articule pedagogía, tecnología y ética. Lejos de ser obstáculos, estos desafíos constituyen espacios de oportunidad para la innovación: impulsan a repensar la práctica docente, a fortalecer las competencias digitales y a construir entornos de aprendizaje más humanos, inclusivos y sostenibles.

El siguiente apartado mostrará, a partir de ejemplos y experiencias concretas, cómo estos principios se han materializado en cursos y proyectos de educación en línea, ofreciendo una mirada aplicada al diseño y la evaluación en la práctica.

## EJEMPLOS Y CASOS DE APLICACIÓN

La traducción de los principios teóricos a la práctica representa uno de los mayores desafíos en la educación en línea. Los ejemplos y casos de aplicación permiten observar cómo el diseño de actividades y la evaluación auténtica se materializan en experiencias concretas, donde el aprendizaje situado, la colaboración y la reflexión se integran de manera coherente.

En este apartado se presentan algunas experiencias representativas desarrolladas en programas de licenciatura y posgrado, particularmente en el Programa Multidisciplinar de Posgrado en Educación y Enseñanza (PMPEE) y en cursos en línea de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México (UASLP). Estas experiencias ilustran cómo los principios metodológicos expuestos en los capítulos anteriores

se aplican a contextos reales, adaptándose a las condiciones institucionales y tecnológicas de cada escenario.

#### EVALUACIÓN AUTÉNTICA EN EL PMPEE: APRENDIZAJE SITUADO Y PROYECTOS INTEGRADORES

En los cursos de posgrado del PMPEE, la evaluación se ha orientado a la construcción de proyectos auténticos vinculados con los contextos laborales y de investigación de los estudiantes. Las actividades se diseñan a partir de problemas reales, promoviendo la integración de teoría y práctica mediante la elaboración de productos que evidencien la transferencia del conocimiento.

Por ejemplo, en el curso Metodología de Enseñanza Disciplinar, los estudiantes desarrollan una secuencia didáctica situada en su propio campo profesional, incorporando herramientas digitales para el diseño de actividades y criterios de evaluación basados en la autenticidad y la colaboración. El proceso incluye el uso de portafolios digitales, rúbricas compartidas y sesiones de retroalimentación en *Microsoft Teams*.

Esta práctica ha permitido que la evaluación se conciba como un proceso continuo de mejora y diálogo, reforzando la agencia docente y el sentido de pertenencia al entorno digital de aprendizaje (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2025).

#### ESTRATEGIAS COLABORATIVAS Y NARRATIVAS DIGITALES EN LICENCIATURA

En cursos de licenciatura vinculados con el uso educativo de las TIC, las estrategias de aprendizaje colaborativo y narrativas digitales han demostrado un alto potencial para fomentar la participación activa y la autorreflexión.

En estas experiencias, los estudiantes trabajan en equipos para documentar y analizar problemáticas educativas, elaborando productos multimedia que integran entrevistas, gráficos, testimonios y análisis interpretativo. Las narrativas digitales funcionan como evidencia evaluativa del proceso formativo y como vehículo para articular la experiencia personal con los contenidos académicos (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020).

El uso de rúbricas digitales y espacios de coevaluación permitió a los participantes asumir un papel activo en la valoración del aprendizaje propio y ajeno, desarrollando criterios compartidos y sentido crítico frente al uso pedagógico de la tecnología.

#### TALLERES DE FORMACIÓN DOCENTE: COMUNIDADES VIRTUALES Y EVALUACIÓN REFLEXIVA

Otro caso relevante se encuentra en los talleres de formación docente en educación multimodal y evaluación auténtica, dirigidos a profesorado universitario. Estas experiencias, desarrolladas en modalidad mixta, se centraron en el diseño de actividades auténticas para cursos virtuales, utilizando herramientas como *Genially*, *Padlet* y *Canva*.

El modelo formativo se basó en el principio de aprender diseñando: los docentes participantes elaboraron una actividad real aplicable a su curso y la compartieron en una comunidad virtual donde recibieron retroalimentación entre pares. Este proceso fomentó la reflexión sobre la práctica docente y la apropiación de competencias digitales (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2023).

Los resultados evidenciaron una evolución en la percepción del profesorado respecto al papel de la tecnología: de ser vista como soporte técnico a comprenderse como mediadora del aprendizaje y la evaluación.

#### ANÁLISIS DE COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES: DEL DIAGNÓSTICO A LA MEJORA

Una línea complementaria de aplicación proviene del estudio sobre competencia digital docente autopercebida (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2025), donde se analizó cómo el nivel de competencia influye en el diseño y aplicación de actividades auténticas.

El diagnóstico reveló que, cuando el profesorado se percibe competente en el uso pedagógico de las tecnologías, muestra mayor disposición a incorporar estrategias de evaluación formativa y tareas contextualizadas. A partir de estos resultados, se propuso un itinerario de mejora que combina formación técnica, acompañamiento pedagógico y reflexión crítica, con énfasis en la evaluación como práctica transformadora.

#### SÍNTESIS DE APRENDIZAJES COMUNES

Los casos descritos comparten una serie de aprendizajes y principios transversales:

- La evaluación auténtica en línea requiere intencionalidad pedagógica y coherencia entre objetivos, actividades e instrumentos.
- La colaboración y la reflexión son ejes fundamentales para generar experiencias significativas.

- Las herramientas digitales deben seleccionarse en función de su potencial para generar interacción, no por su novedad tecnológica.
- La retroalimentación continua y la auto/coevaluación fortalecen la autonomía y el pensamiento crítico.
- El rol del docente como diseñador, mediador y acompañante es determinante para la sostenibilidad del modelo.

En conjunto, estos casos demuestran que la evaluación auténtica en entornos virtuales es posible, viable y transformadora cuando se apoya en un diseño instruccional consciente y ético. Las experiencias aquí descritas no solo confirman la pertinencia del enfoque, sino que también evidencian su impacto en la mejora de la práctica docente y en la formación de estudiantes más reflexivos, creativos y comprometidos con su aprendizaje. La evaluación y el diseño están estrechamente vinculados. Un curso bien diseñado permite evaluar de forma coherente, auténtica y humana.

## CONCLUSIONES

El diseño de actividades y la evaluación en educación en línea constituyen un eje articulador entre la teoría y la práctica pedagógica. A lo largo de este capítulo se ha mostrado que el aprendizaje auténtico y situado solo es posible cuando el diseño didáctico asume una intencionalidad formativa, en la que cada actividad, recurso e instrumento de evaluación se alinea con los objetivos de aprendizaje y con el contexto real de los estudiantes.

El recorrido teórico y metodológico desarrollado evidencia que el diseño en línea no puede ser un trasplante del modelo presencial, sino un proceso creativo, flexible y mediado por la tecnología que exige repensar la relación entre enseñanza, aprendizaje y evaluación. En este sentido, los principios expuestos —coherencia, flexibilidad, interactividad y evaluación integrada— se consolidan como guías para planificar experiencias de aprendizaje significativas.

Las tareas auténticas y las estrategias basadas en proyectos, estudios de caso, narrativas digitales o actividades colaborativas se revelan como instrumentos poderosos para promover la comprensión profunda, la transferencia del conocimiento y la reflexión crítica. En estos procesos, el papel del docente se redefine: deja de ser un transmisor de contenidos

para convertirse en un diseñador de experiencias y mediador de aprendizajes, capaz de construir escenarios en los que los estudiantes actúan, dialogan y crean.

Los instrumentos de evaluación en línea, como las rúbricas digitales, portafolios electrónicos y diarios reflexivos, permiten visibilizar el proceso de aprendizaje en toda su complejidad, a la vez que fortalecen la autonomía del estudiante y la transparencia de los criterios de evaluación. La incorporación de herramientas digitales no solo amplía las posibilidades de registro y comunicación, sino que también impulsa nuevas formas de *feedback* multimodal, personalización y aprendizaje colaborativo.

Asimismo, se ha reconocido que el diseño de actividades evaluativas en la virtualidad enfrenta retos importantes: mantener la autenticidad de las tareas, asegurar la equidad tecnológica, fortalecer la formación docente y garantizar la sostenibilidad del modelo. Sin embargo, estos desafíos también representan espacios de oportunidad para la innovación educativa, al motivar la creación de comunidades docentes, la reflexión sobre la práctica y la búsqueda de soluciones creativas y éticas.

Los casos de aplicación presentados muestran que la evaluación auténtica en línea no solo es viable, sino profundamente transformadora. Cuando el diseño instruccional se fundamenta en la pertinencia, la colaboración y la reflexión, los resultados trascienden el ámbito académico: se forman profesionales capaces de aprender de manera continua, de actuar con sentido crítico y de transferir lo aprendido a contextos reales.

En síntesis, el diseño de actividades y la evaluación en línea son procesos inseparables que, cuando se articulan con una visión auténtica y situada, permiten que la tecnología se convierta en un medio para humanizar la educación y no en un fin en sí misma.

El próximo capítulo abordará los recursos digitales, plataformas y analíticas de aprendizaje que sustentan estas prácticas, explorando cómo las herramientas tecnológicas, bien integradas en el diseño pedagógico, pueden potenciar la retroalimentación, la toma de decisiones y la mejora continua de los procesos evaluativos.

# CAPÍTULO 4.

## HERRAMIENTAS DIGITALES Y ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE PARA LA EVALUACIÓN



### INTRODUCCIÓN

La expansión de las tecnologías digitales ha transformado de manera irreversible la forma en que se enseña, se aprende y se evalúa. En los entornos virtuales, la tecnología no es únicamente un medio técnico o un repositorio de información, sino un espacio de mediación pedagógica, un entorno donde se producen interacciones, se generan evidencias y se configuran nuevas formas de aprendizaje y de evaluación.

A medida que las instituciones educativas avanzan hacia modelos híbridos y en línea, las herramientas digitales adquieren un papel decisivo en la planificación y el desarrollo de estrategias de evaluación auténtica. Estas herramientas permiten diversificar los modos de presentar evidencias, facilitan la retroalimentación inmediata, promueven la colaboración entre pares y, cada vez más, proporcionan datos que pueden orientar la mejora del aprendizaje. Sin embargo, su eficacia no depende de la sofisticación tecnológica, sino de la intencionalidad pedagógica con la que se integran en el diseño instruccional.

Como señala Camacho-Navarro (2025), la incorporación de tecnología en la evaluación debe responder a un principio esencial: la herramienta digital solo adquiere sentido cuando amplía las posibilidades del aprendizaje humano. Desde esta perspectiva, la tecnología no sustituye la labor docente, sino que la potencia, facilitando procesos de acompañamiento más personalizados, colaborativos y formativos.

En el marco de la evaluación auténtica, las herramientas digitales abren la posibilidad de construir escenarios que reflejen la complejidad de la práctica real. Los entornos virtuales de aprendizaje permiten integrar actividades, rúbricas y portafolios que registran el proceso formativo; los recursos interactivos fomentan la participación activa y la expresión multi-modal; y las analíticas de aprendizaje ofrecen datos valiosos para comprender patrones de participación y rendimiento. Todo ello conforma un ecosistema digital que, bien gestionado, puede contribuir a una evaluación más equitativa, reflexiva y significativa.

No obstante, el uso de tecnologías también conlleva nuevos desafíos éticos y pedagógicos. La automatización de procesos, la centralidad de los datos y la emergencia de la inteligencia artificial en el ámbito educativo demandan una mirada crítica que privilegie la transparencia, la seguridad y el respeto por la autonomía de los estudiantes. Evaluar en entornos digitales implica, hoy más que nunca, tomar decisiones conscientes sobre qué se mide, cómo se mide y con qué finalidad.

Este capítulo se propone analizar los principales recursos tecnológicos y enfoques analíticos que sustentan la evaluación en la educación en línea. A lo largo de sus apartados se abordarán:

- El papel de los entornos virtuales de aprendizaje como infraestructura evaluativa.
- Las herramientas digitales que favorecen la retroalimentación y la colaboración.
- La construcción de ecosistemas personales de aprendizaje y su potencial para el desarrollo de la autonomía.
- Las analíticas de aprendizaje y la inteligencia artificial, como recursos emergentes para la mejora continua y la toma de decisiones pedagógicas informadas.

De este modo, el capítulo busca trascender la visión instrumental de la tecnología para situarla en su verdadera dimensión: la de mediadora del aprendizaje y la evaluación con sentido humano, estableciendo el puente entre el diseño didáctico desarrollado en el capítulo anterior y las herramientas que lo hacen posible en la práctica.

## **ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE Y SU POTENCIAL EVALUATIVO**

Los LMS o entornos virtuales de aprendizaje constituyen la infraestructura central sobre la cual se desarrollan gran parte de las experiencias educativas en línea. Su función inicial

—organizar contenidos, gestionar cursos y facilitar la comunicación— se ha expandido hacia un rol mucho más integral: soportar procesos de evaluación formativa, colaborativa y auténtica, convirtiéndose en verdaderos ecosistemas de aprendizaje.

En los últimos años, las instituciones han incorporado plataformas como *Moodle*, *Microsoft Teams*, *Canvas* o sistemas institucionales propios, como *DIDACTIC* en la Facultad de Psicología de la UASLP. Estos entornos permiten, no solo alojar materiales, sino también diseñar actividades evaluativas que integran recursos multimedia, rúbricas, retroalimentación y seguimiento del desempeño de los estudiantes.

### FUNCIONES EVALUATIVAS DE LOS LMS

Los LMS ofrecen diversas herramientas que posibilitan la implementación de estrategias de evaluación auténtica:

- Tareas o actividades entregables: permiten solicitar productos originales, portafolios digitales o evidencias multimedia.
- Rúbricas integradas: facilitan la transparencia en la evaluación y la retroalimentación formativa.
- Foros y espacios de discusión: propician el diálogo, la argumentación y la coevaluación entre pares.
- Cuestionarios adaptativos: posibilitan la retroalimentación automática y el seguimiento de avances.
- Registro de actividad y analíticas básicas: ofrecen información sobre participación, tiempo de conexión y progreso.

Cuando se diseñan desde una perspectiva pedagógica coherente, estas herramientas se convierten en aliadas del aprendizaje situado y de la evaluación como proceso, más que como evento final.

### DEL USO INSTRUMENTAL AL USO PEDAGÓGICO

Camacho-Navarro (2018) advierte que uno de los desafíos más persistentes en la virtualidad es el uso instrumental de las plataformas, donde el LMS se emplea únicamente como repositorio o medio de entrega de tareas. Superar esta limitación requiere comprender

el entorno virtual como un espacio de mediación social y cognitiva, donde el estudiante participa activamente, construye conocimiento y recibe retroalimentación continua.

Así, la potencialidad evaluativa de un LMS no radica en su complejidad técnica, sino en la intencionalidad pedagógica con que se configura. Un foro puede ser un simple canal de comunicación o, si se diseña adecuadamente, un espacio de aprendizaje dialógico donde se evalúan la argumentación, la reflexión crítica y la colaboración.

#### INTEGRACIÓN CON EL APRENDIZAJE SITUADO Y LA EVALUACIÓN AUTÉNTICA

En investigaciones recientes (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2023; Camacho-Navarro, 2025), se ha documentado cómo las plataformas virtuales permiten articular tareas auténticas con herramientas de seguimiento y retroalimentación que fortalecen la autonomía del estudiante. Por ejemplo, el uso de rúbricas digitales en *Teams* o *Moodle* ha demostrado mejorar la claridad de los criterios y fomentar la autoevaluación, mientras que los portafolios en línea han permitido visibilizar el proceso completo de aprendizaje (Figura 7).

**Figura 7**  
*Autonomía y agencia*



En el contexto del PMPEE y de la licenciatura, el uso del LMS *DIDACTIC* ha facilitado la implementación de secuencias didácticas basadas en proyectos. Las actividades diseñadas en esta plataforma incorporan rúbricas integradas, espacios de coevaluación y retroalimentación asincrónica mediante comentarios y videomensajes, consolidando así una cultura de evaluación formativa.

## LIMITACIONES Y DESAFÍOS

A pesar de su potencial, los LMS también enfrentan limitaciones que deben considerarse en su integración pedagógica:

- Rigidez estructural: la organización lineal de contenidos puede restringir la flexibilidad de las tareas auténticas.
- Sobrecarga informativa: el exceso de materiales y notificaciones puede diluir la intencionalidad pedagógica.
- Desigualdad de acceso y alfabetización digital: no todos los participantes dominan las funciones avanzadas de la plataforma.
- Enfoque administrativo: en ocasiones, las políticas institucionales priorizan la trazabilidad sobre el aprendizaje significativo.

Camacho-Navarro (2025) plantea que el reto consiste en transformar el LMS de una herramienta de control en un espacio de acompañamiento y aprendizaje, donde los datos generados sirvan para mejorar las estrategias docentes y no solo para monitorear resultados.

## EL DOCENTE COMO DISEÑADOR DEL ECOSISTEMA VIRTUAL

El verdadero valor del LMS emerge cuando el docente asume el papel de diseñador y curador de experiencias digitales. Su función no es únicamente configurar actividades, sino articular recursos, metodologías y retroalimentación en torno a un propósito formativo claro. En este sentido, el entorno virtual se convierte en una extensión de la práctica docente: un laboratorio donde la evaluación, el aprendizaje y la reflexión se entrelazan.

En síntesis, los entornos virtuales de aprendizaje representan una infraestructura poderosa para la evaluación auténtica, siempre que se utilicen con criterio pedagógico, sentido ético y propósito formativo. Su potencial radica en ofrecer un espacio estructurado pero flexible, donde la tecnología se pone al servicio del aprendizaje y donde la evaluación se integra como parte viva del proceso educativo.

El siguiente apartado abordará las herramientas digitales para la retroalimentación y el acompañamiento, aspecto esencial para consolidar una evaluación continua, personalizada y humanizada en la educación en línea.

## HERRAMIENTAS DIGITALES PARA LA RETROALIMENTACIÓN Y EL ACOMPAÑAMIENTO

En el contexto de la educación en línea, la retroalimentación constituye uno de los elementos más determinantes para garantizar el aprendizaje significativo. Más que una etapa posterior a la evaluación, la retroalimentación es el eje formativo que da sentido al proceso, orientando al estudiante sobre sus logros, áreas de mejora y posibles rutas de avance. En entornos mediados por tecnología, este proceso se amplía y se enriquece mediante herramientas digitales que permiten diversificar los modos, los tiempos y los canales de comunicación educativa.

### LA RETROALIMENTACIÓN COMO MEDIACIÓN PEDAGÓGICA

En el marco de la evaluación auténtica, la retroalimentación deja de ser un mensaje unidireccional para convertirse en una interacción dialógica y continua entre docente y estudiante. Camacho-Navarro & Salinas García (2022) señalan que la retroalimentación en entornos virtuales debe concebirse como una forma de mediación, en la que el docente acompaña al estudiante en la construcción del conocimiento, ayudándole a reflexionar sobre su proceso, más que a corregir errores puntuales.

Desde esta perspectiva, la retroalimentación digital cumple tres funciones esenciales:

- Informativa, al ofrecer claridad sobre el desempeño alcanzado.
- Motivacional, al reconocer avances y fortalecer la autoconfianza.
- Orientadora, al guiar la mejora continua y la transferencia del aprendizaje.

### MODALIDADES Y HERRAMIENTAS PARA LA RETROALIMENTACIÓN DIGITAL

Las herramientas digitales han ampliado las posibilidades para ofrecer retroalimentación personalizada, multimodal y oportuna. Entre las más utilizadas se encuentran:

- Comentarios insertados en plataformas LMS (como *DIDACTIC*, *Moodle* o *Teams*): permiten una retroalimentación inmediata sobre productos o tareas.
- *Audiofeedback* y videomensajes: favorecen la comunicación empática y la claridad expresiva, humanizando la experiencia evaluativa.
- Herramientas de *screencasting* (*Loom*, *Screencastify*): posibilitan que el docente

comente los trabajos del estudiante mientras navega sobre ellos, generando una interacción más rica.

- Foros y espacios de coevaluación: impulsan el *feedback* entre pares, promoviendo la reflexión colectiva y la argumentación.
- Portafolios digitales con comentarios integrados (*Google Sites, Mahara, Padlet*): documentan el proceso de aprendizaje y permiten un seguimiento continuo.

Estas herramientas deben elegirse con base en criterios pedagógicos, no técnicos, privilegiando la claridad, la pertinencia y la accesibilidad. Como se plantea en *Factores de impacto en el aprendizaje en línea*, la efectividad del *feedback* depende más de su intencionalidad formativa que del formato o la herramienta utilizada.

#### RETROALIMENTACIÓN SINCRÓNICA Y ASINCRÓNICA

El equilibrio entre los tiempos de retroalimentación es clave en los entornos virtuales.

- La retroalimentación sincrónica, realizada en videoconferencias o sesiones en tiempo real, facilita la interacción directa y la construcción conjunta del significado.
- La retroalimentación asincrónica, a través de mensajes, audios o anotaciones digitales, permite una reflexión pausada y accesible para estudiantes con distintos ritmos o zonas horarias.

Ambas modalidades se complementan y fortalecen la presencia docente en la virtualidad. En los cursos del PMPEE, por ejemplo, se ha comprobado que combinar sesiones de *feedback* grupal en *Teams* con retroalimentaciones individuales asincrónicas en *DIDACTIC* genera una experiencia más equilibrada y cercana (Camacho-Navarro, 2025).

#### RETROALIMENTACIÓN AUTOMATIZADA Y ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE

Las plataformas actuales ofrecen también opciones de retroalimentación automatizada, especialmente en cuestionarios adaptativos o actividades de práctica. Si bien estos mecanismos proporcionan inmediatez y eficiencia, su uso debe acompañarse de espacios de reflexión guiada, para evitar que la automatización reduzca la complejidad del aprendizaje.

En este sentido, las analíticas de aprendizaje complementan la retroalimentación al ofrecer información sobre el desempeño y la participación del estudiante. Estos datos

permiten al docente identificar patrones, anticipar dificultades y ajustar sus estrategias de acompañamiento (Camacho-Navarro, 2025).

#### RETROALIMENTACIÓN ENTRE PARES Y AUTOEVALUACIÓN

Un aspecto esencial de la evaluación auténtica es que los estudiantes aprendan a evaluar y reflexionar sobre su propio proceso. La coevaluación y la autoevaluación, mediadas por herramientas digitales, favorecen el pensamiento crítico y la responsabilidad compartida. Plataformas como *Moodle* o *DIDACTIC* integran módulos de coevaluación donde los participantes aplican rúbricas comunes para valorar productos de sus compañeros, generando aprendizaje a partir del análisis del trabajo ajeno.

La autoevaluación fortalece la metacognición y la autonomía. Al emplear rúbricas digitales o diarios reflexivos, los estudiantes desarrollan una conciencia clara de sus progresos y desafíos.

#### LA DIMENSIÓN HUMANA DE LA RETROALIMENTACIÓN DIGITAL

A pesar del protagonismo tecnológico, la retroalimentación sigue siendo, ante todo, un acto pedagógico y humano. Las herramientas digitales amplían sus posibilidades, pero no sustituyen la sensibilidad, la empatía y la escucha activa que caracterizan la mediación docente.

Diversos trabajos de Camacho-Navarro (2023, pp. 34–40) señalan que, en los entornos virtuales, la retroalimentación cumple una función clave al propiciar reflexión, acompañamiento y participación activa del estudiantado. En este sentido, la tecnología opera como mediación pedagógica que posibilita la interacción, el seguimiento y la comunicación constante, fortaleciendo el carácter formativo del proceso evaluativo.

En síntesis, las herramientas digitales para la retroalimentación y el acompañamiento permiten avanzar hacia una evaluación más dialógica, inclusiva y significativa, donde el estudiante no solo recibe juicios, sino que participa activamente en la comprensión de su propio aprendizaje.

El siguiente apartado abordará los *Personal Learning Environments* (PLE) y los ecosistemas digitales de aprendizaje como entornos que favorecen la autonomía, la agencia y la evaluación personalizada en la educación superior.

## PERSONAL LEARNING ENVIRONMENTS Y ECOSISTEMAS DIGITALES DE APRENDIZAJE

El concepto *Personal Learning Environment* (PLE) —o entorno personal de aprendizaje— surge como una propuesta que sitúa al estudiante en el centro de su proceso formativo, reconociéndolo como un sujeto activo que construye, gestiona y reconfigura sus propios espacios, recursos y relaciones de aprendizaje. En el contexto de la educación virtual y la evaluación auténtica, el PLE representa no solo una metáfora del aprendizaje en red, sino una estrategia metodológica para fomentar la autonomía, la autorregulación y la reflexión.

### DEL ENTORNO INSTITUCIONAL AL ECOSISTEMA PERSONAL

Tradicionalmente, las instituciones educativas han ofrecido entornos de aprendizaje cerrados y estandarizados, donde los estudiantes interactúan dentro de los límites de una plataforma o curso. En contraste, el enfoque de PLE propone una visión abierta, distribuida y conectiva: el aprendizaje ocurre tanto dentro como fuera del aula virtual, a través de la combinación de herramientas digitales, comunidades, redes sociales académicas y recursos informales (Castañeda et al., 2023).

Este cambio de paradigma traslada el énfasis desde el control institucional hacia la agencia del estudiante, quien selecciona las herramientas, decide los modos de interacción y configura su ecosistema digital según sus intereses y necesidades. En la práctica, un PLE puede incluir desde plataformas institucionales hasta aplicaciones externas como *Padlet*, *Canva*, *Google Drive*, redes profesionales o entornos de inteligencia artificial generativa.

### PLE Y EVALUACIÓN AUTÉNTICA: AUTONOMÍA Y AGENCIA

La relación entre el PLE y la evaluación auténtica es directa: ambos comparten la idea de que el aprendizaje significativo se produce cuando el estudiante asume un rol activo y reflexivo. En un PLE, la evaluación se integra al proceso como autoobservación y reconstrucción de la experiencia, más que como veredicto final.

Camacho-Navarro (2025) destaca que los PLE potencian la agencia docente y estudiantil, al permitir que cada participante gestione sus evidencias, elija las herramientas de creación y documente su propio recorrido de aprendizaje. De esta manera, la evaluación se vuelve personalizada, flexible y coherente con los intereses del aprendiz.

En los entornos personales, la autenticidad no se logra mediante la simulación de contextos reales, sino a través de la conexión entre el aprendizaje y la vida cotidiana, entre la identidad digital y la práctica profesional.

#### EL DOCENTE COMO DISEÑADOR DE ECOSISTEMAS DIGITALES

En el marco de la evaluación auténtica, el rol del docente se amplía: pasa de ser usuario de herramientas institucionales a un diseñador de ecosistemas digitales de aprendizaje, capaz de articular recursos, metodologías y plataformas en función de objetivos formativos.

Castañeda et al. (2023) subrayan que este diseño no implica prescribir un conjunto fijo de herramientas, sino facilitar condiciones para que el estudiante construya su propio PLE. El docente orienta, acompaña y media, ayudando a los estudiantes a conectar sus entornos personales con los entornos institucionales, promoviendo así una ecología digital más rica y significativa.

En experiencias del PMPEE, por ejemplo, los estudiantes han configurado sus PLE mediante la integración de su aula virtual institucional con herramientas externas de curaduría (*Wakelet*), colaboración (*Miro*, *Google Workspace*) y producción creativa (*Genially*, *Canva*), lo que ha permitido evidenciar competencias diversas y personalizadas dentro de los mismos criterios de evaluación.

#### EVALUAR A TRAVÉS DEL PLE: NUEVAS FORMAS DE EVIDENCIA

El enfoque PLE amplía el concepto de evidencia evaluativa:

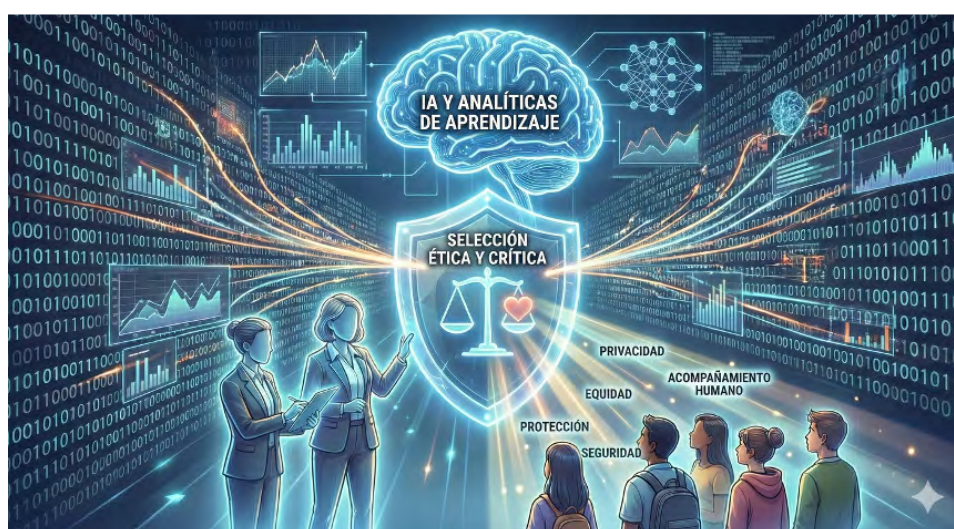
- Las interacciones en red, los productos digitales, las reflexiones personales y la actividad social en entornos abiertos pueden ser indicadores de aprendizaje auténtico.
- La auto y coevaluación se integran como prácticas habituales del proceso, registradas mediante *blogs*, bitácoras digitales o diarios de aprendizaje.
- Las rúbricas abiertas permiten al estudiante adaptar los criterios a su propio contexto y justificar sus decisiones de aprendizaje.
- Evaluar a través del PLE implica reconocer que el aprendizaje se extiende más allá del aula institucional y que la evidencia puede provenir de múltiples fuentes, tiempos y espacios.

## PLE, COMUNIDADES Y APRENDIZAJE A LO LARGO DE LA VIDA

Finalmente, el PLE conecta con una visión más amplia del aprendizaje permanente (*lifelong learning*). Las herramientas que un estudiante usa hoy en su formación académica se convierten, en el futuro, en los recursos de su desarrollo profesional y personal. Este carácter evolutivo convierte al PLE en un puente entre la formación formal y el aprendizaje informal, articulando espacios de aprendizaje continuos y colaborativos (Camacho-Navarro, 2025) (Figura 8).

Figura 8

*Inteligencia artificial y analíticas de aprendizaje*



De este modo, el PLE no solo apoya la evaluación auténtica, sino que la prolonga más allá del curso, al ofrecer al estudiante un entorno flexible que puede seguir construyendo, adaptando y enriqueciendo a lo largo de su trayectoria vital.

En síntesis, los entornos personales de aprendizaje representan una de las manifestaciones más avanzadas del enfoque centrado en el estudiante: promueven la autonomía, la reflexión y la co-construcción del conocimiento. Su integración con las plataformas institucionales y con la evaluación auténtica permite configurar ecosistemas digitales de aprendizaje que reflejan la complejidad y la diversidad del aprendizaje humano.

El siguiente apartado abordará el papel de la inteligencia artificial y las analíticas de aprendizaje en la evaluación educativa, como herramientas emergentes para la comprensión y mejora continua de los procesos formativos.

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE EN LA EVALUACIÓN

El crecimiento exponencial de la inteligencia artificial y de las analíticas de aprendizaje ha inaugurado una nueva etapa en la educación superior: la posibilidad de comprender los procesos de aprendizaje a partir de los datos que los propios estudiantes generan en los entornos digitales. Estos desarrollos no solo ofrecen oportunidades inéditas para personalizar la enseñanza y fortalecer la evaluación formativa, sino que también plantean preguntas éticas, pedagógicas y epistemológicas sobre el sentido y los límites de la automatización en la educación.

### ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE: DEL DATO A LA COMPRENSIÓN PEDAGÓGICA

Las analíticas de aprendizaje (*Learning Analytics, LA*) se definen como el proceso de recopilar, analizar e interpretar datos sobre los estudiantes y sus contextos de aprendizaje, con el propósito de comprender y optimizar los entornos educativos (Siemens & Baker, 2012). Estos datos pueden provenir de múltiples fuentes: registros de participación en un LMS, tiempos de conexión, rutas de navegación, entregas de tareas o interacciones en foros y *chats*.

En los entornos virtuales, estas analíticas permiten identificar patrones de comportamiento y progreso que resultan valiosos para el acompañamiento docente. Según Camacho-Navarro (2025), su valor radica en que ofrecen información en tiempo real que ayuda a tomar decisiones pedagógicas fundamentadas: reforzar la retroalimentación, ajustar las tareas o detectar tempranamente dificultades de aprendizaje.

Sin embargo, las analíticas no deben concebirse como un fin en sí mismas, sino como un medio para fortalecer la mirada pedagógica. Los datos adquieren sentido únicamente cuando se interpretan desde la comprensión de los procesos humanos de aprendizaje y se utilizan para apoyar, no para vigilar, a los estudiantes.

### LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EVALUACIÓN EDUCATIVA

La inteligencia artificial aplicada a la educación abarca un conjunto de tecnologías — procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático, analítica predictiva y generación de contenido— que permiten automatizar ciertos aspectos del proceso evaluativo. Algunas aplicaciones ya integradas en los LMS o herramientas externas incluyen:

- Retroalimentación automática sobre respuestas abiertas o ensayos.
- Análisis de participación y detección de patrones de abandono.
- Generación de informes personalizados.
- Apoyo en la creación de rúbricas o en la formulación de preguntas adaptativas.

Camacho-Navarro (2025) destaca que el potencial de la inteligencia artificial radica en su capacidad para complementar la labor docente, no para sustituirla. Su valor formativo reside en ampliar la posibilidad de ofrecer una retroalimentación inmediata y adaptativa, que responda al ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante.

Por ejemplo, en experiencias recientes en cursos del PMPEE, se ha experimentado con herramientas de IA para generar borradores de feedback que luego son revisados, contextualizados y humanizados por el docente, lo que permite optimizar el tiempo sin perder la calidad del acompañamiento.

#### DE LA ANALÍTICA PREDICTIVA A LA EVALUACIÓN FORMATIVA

La combinación entre analíticas e inteligencia artificial puede facilitar la evaluación continua y predictiva, identificando tendencias o señales tempranas de desmotivación y bajo rendimiento. No obstante, su valor pedagógico radica en transformarlas en acciones formativas: ajustar el diseño del curso, personalizar las actividades o fortalecer la interacción con los estudiantes.

Así, los datos no sustituyen la mirada del profesor, sino que la amplían. Permiten reconocer patrones que serían invisibles a simple vista, pero requieren del juicio ético y profesional del docente para traducirse en decisiones educativas pertinentes.

#### CONSIDERACIONES ÉTICAS Y HUMANISTAS

El uso de inteligencia artificial y analíticas en la evaluación plantea importantes dilemas éticos:

- ¿Quién controla los datos y con qué fines se utilizan?
- ¿Cómo se garantiza la privacidad y la transparencia?

- ¿De qué modo se evitan los sesgos algorítmicos que pueden reproducir desigualdades?
- ¿Cómo asegurar que la automatización no desplace la dimensión humana del aprendizaje?

Camacho-Navarro (2025) insiste en que la incorporación de estas tecnologías debe enmarcarse en una ética del cuidado digital, que priorice la dignidad, la autonomía y la equidad. Evaluar mediante inteligencia artificial implica establecer límites claros: los algoritmos pueden procesar datos, pero no comprender contextos, emociones ni intenciones. Por ello, la presencia reflexiva del docente sigue siendo indispensable para interpretar la información y acompañar al estudiante con sensibilidad y criterio pedagógico.

#### INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ANALÍTICA Y EVALUACIÓN AUTÉNTICA: UNA CONVERGENCIA POSIBLE

Integradas con sentido, la inteligencia artificial y las analíticas pueden potenciar la evaluación auténtica al ofrecer información rica y contextualizada sobre los procesos de aprendizaje. Permiten observar cómo el estudiante participa, colabora, reflexiona y aplica conocimientos, más allá del simple resultado cuantitativo.

Cuando se utilizan para personalizar la retroalimentación, monitorear el progreso y fortalecer la autonomía, estas tecnologías se convierten en aliadas del enfoque formativo. Pero cuando se aplican sin criterio pedagógico o de manera punitiva, corren el riesgo de reducir la evaluación a un ejercicio de control y vigilancia.

En síntesis, la inteligencia artificial y las analíticas de aprendizaje representan un nuevo horizonte para la evaluación educativa: uno que combina el poder de los datos con la sensibilidad pedagógica. El desafío no radica en incorporar tecnología, sino en hacerlo con ética, intención y propósito.

El siguiente apartado abordará precisamente esa dimensión crítica: los criterios para la selección ética y pedagógica de herramientas digitales, como condición indispensable para garantizar una evaluación justa, inclusiva y centrada en las personas.

## SELECCIÓN CRÍTICA Y ÉTICA DE HERRAMIENTAS DIGITALES

La expansión del ecosistema digital educativo ha puesto al alcance de docentes y estudiantes una gran diversidad de plataformas, aplicaciones y servicios en línea. Sin embargo, esta abundancia no siempre se traduce en calidad pedagógica o en experiencias significativas. Elegir una herramienta digital no es un acto neutro: implica tomar decisiones pedagógicas, éticas y políticas que inciden directamente en la manera en que se enseña, se aprende y se evalúa.

En el marco de la evaluación auténtica, la selección de herramientas debe orientarse por el principio de pertinencia educativa, es decir, por su capacidad para potenciar el aprendizaje situado, la reflexión y la participación activa. Una herramienta útil no es la más innovadora o sofisticada, sino aquella que se ajusta al propósito formativo, respeta la diversidad del grupo y promueve la equidad en el acceso.

### CRITERIOS PEDAGÓGICOS DE SELECCIÓN

Desde la perspectiva del diseño instruccional y la evaluación auténtica, las herramientas digitales deben elegirse considerando:

- **Coherencia con los objetivos de aprendizaje:** la herramienta debe permitir alcanzar las competencias que se buscan desarrollar.
- **Facilitación de tareas auténticas:** debe posibilitar la resolución de problemas reales, la creación de productos significativos o la colaboración entre pares.
- **Facilidad de uso y accesibilidad:** una herramienta demasiado compleja puede convertirse en una barrera más que en un recurso de apoyo.
- **Retroalimentación y seguimiento:** debe ofrecer opciones para acompañar el proceso de aprendizaje y brindar feedback oportuno.

Camacho-Navarro & Salinas-García (2022) enfatizan que el diseño pedagógico siempre debe preceder a la elección tecnológica: primero el propósito, después la herramienta. Esta lógica evita caer en el tecnocentrismo y mantiene el foco en la experiencia formativa.

### DIMENSIÓN ÉTICA: RESPONSABILIDAD Y SEGURIDAD DIGITAL

Toda herramienta de evaluación en línea implica el manejo de información personal,

académica y, en ocasiones, sensible. Por ello, la selección tecnológica debe contemplar criterios éticos que garanticen la protección de datos, la privacidad y el bienestar digital de los usuarios.

En el capítulo *Acoso y ciberacoso: evaluación y prevención en entornos virtuales* (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2020), se advierte que los espacios digitales de aprendizaje no están exentos de riesgos: exposición de información, vulneración de identidad, hostigamiento o uso indebido de datos. La educación digital responsable requiere que los docentes actúen como modelos de ciudadanía digital, promoviendo comportamientos seguros, críticos y respetuosos en sus comunidades.

Los criterios éticos básicos para seleccionar una herramienta de evaluación son:

- **Transparencia:** conocer qué datos recopila la herramienta y con qué propósito.
- **Consentimiento informado:** asegurar que los usuarios comprendan las condiciones de uso.
- **Protección de la identidad digital:** evitar plataformas que soliciten información innecesaria o compartan datos con terceros.
- **Equidad y accesibilidad:** elegir herramientas inclusivas, sin sesgos lingüísticos, económicos o culturales.

#### EVITAR EL SESGO ALGORÍTMICO Y LA VIGILANCIA EDUCATIVA

El auge de la inteligencia artificial y la analítica educativa ha generado nuevas tensiones en torno al uso de datos. Algoritmos aparentemente neutros pueden reproducir sesgos de género, idioma o procedencia socioeconómica, afectando la equidad en la evaluación.

Camacho-Navarro (2025) advierte que el riesgo no radica en la tecnología en sí, sino en su uso sin mediación pedagógica ni ética. Las instituciones deben garantizar políticas claras sobre el almacenamiento, interpretación y uso de datos, evitando modelos de vigilancia algorítmica que transformen la evaluación en control.

El enfoque ético propone sustituir la lógica de la vigilancia por la del acompañamiento: utilizar los datos para comprender y apoyar el aprendizaje, no para sancionar o estigmatizar.

### PROMOVER LA ALFABETIZACIÓN DIGITAL CRÍTICA

Seleccionar herramientas éticas también implica formar a docentes y estudiantes en una alfabetización digital crítica, que les permita cuestionar los intereses, límites y consecuencias del uso de la tecnología. No se trata solo de saber *usar* las herramientas, sino de comprender sus implicaciones en términos de privacidad, poder y conocimiento.

Desde este enfoque, la competencia digital no se reduce al dominio técnico, sino que incluye la capacidad de tomar decisiones informadas, éticas y sostenibles sobre la tecnología. Como señala Camacho-Navarro (2025): la educación digital debe orientarse hacia la autonomía responsable: enseñar a los estudiantes a crear, compartir y evaluar en entornos digitales con conciencia crítica y respeto por los demás.

### EL DOCENTE COMO MEDIADOR ÉTICO Y CURADOR TECNOLÓGICO

El papel del docente es crucial en este proceso. Más que usuario de plataformas, se convierte en curador tecnológico, capaz de evaluar críticamente las herramientas, contextualizarlas y adaptarlas a las necesidades del grupo. Su responsabilidad ética consiste en garantizar que la tecnología no sustituya la mediación humana, sino que la potencie, manteniendo siempre el enfoque en el desarrollo integral de las personas.

En la práctica, esto implica establecer protocolos de uso, informar sobre derechos digitales, acompañar la experiencia tecnológica con reflexión y construir espacios seguros para el aprendizaje. En síntesis, la selección crítica y ética de herramientas digitales constituye una condición indispensable para una evaluación verdaderamente formativa, inclusiva y humana. Cada decisión tecnológica debe estar guiada por un principio pedagógico y ético: usar la tecnología para ampliar las posibilidades del aprendizaje, no para reducirlo a datos o métricas.

El siguiente apartado presentará ejemplos de aplicación de estas ideas en la práctica docente, mostrando cómo distintas herramientas y plataformas han sido integradas en procesos de evaluación auténtica y situada en contextos universitarios.

## EJEMPLOS DE APLICACIÓN: EXPERIENCIAS DE EVALUACIÓN MEDIADA POR TECNOLOGÍA

La incorporación de herramientas digitales en la evaluación no solo ha ampliado las posibilidades pedagógicas, sino que ha transformado las formas de acompañar, retroalimentar y comprender el aprendizaje. En los últimos años, distintas experiencias en educación superior han mostrado cómo la tecnología, integrada con sentido pedagógico, puede fortalecer los procesos de evaluación auténtica, promover la colaboración y favorecer la reflexión crítica.

A continuación, se presentan algunos casos representativos desarrollados en programas y proyectos en los que la mediación tecnológica ha sido clave para rediseñar las prácticas evaluativas desde una perspectiva situada, inclusiva y formativa.

### EVALUACIÓN FORMATIVA EN ENTORNOS INSTITUCIONALES: LA EXPERIENCIA CON DIDACTIC

En la Facultad de Psicología de la UASLP, el entorno virtual institucional *DIDACTIC* ha servido como plataforma principal para el diseño e implementación de estrategias de evaluación auténtica en cursos de licenciatura y posgrado. En el marco del PMPEE, se han desarrollado secuencias didácticas que integran rúbricas digitales, foros de reflexión, portafolios electrónicos y retroalimentación multimedia. Estas estrategias permiten que el proceso evaluativo se mantenga vivo y visible, generando evidencias que documentan tanto el aprendizaje como la evolución del pensamiento del estudiante.

Por ejemplo, en el curso Metodología de Enseñanza Disciplinar, las actividades de diseño de proyectos se acompañan con retroalimentaciones asincrónicas mediante audio y video, lo que aporta un componente de cercanía y personalización. Este tipo de acompañamiento, según los reportes de los estudiantes, contribuye significativamente a la motivación y claridad en la mejora del desempeño (Camacho-Navarro, 2025).

### USO DE HERRAMIENTAS EXTERNAS PARA EL DISEÑO DE PRODUCTOS AUTÉNTICOS

El empleo de herramientas como *Genially*, *Canva*, *Miro* y *Padlet* ha potenciado la creatividad y la capacidad expresiva de los estudiantes en distintas asignaturas. Estas aplicaciones permiten diseñar productos multimodales, integrando texto, imagen, sonido e interactividad, lo que facilita la evaluación de competencias comunicativas, digitales y cognitivas de manera holística.

En una experiencia reportada en *Estrategia basada en el aprendizaje situado y evaluación auténtica* (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2022), los estudiantes elaboraron materiales educativos digitales dirigidos a resolver problemáticas reales de su entorno profesional. Cada proyecto se evaluó con base en criterios de autenticidad, relevancia social y transferencia del aprendizaje, registrados en rúbricas compartidas.

Además, la publicación en espacios abiertos (*blogs, Padlet* o repositorios institucionales) promovió la evaluación pública del conocimiento, un elemento esencial de la autenticidad evaluativa, que trasciende la calificación para involucrar a comunidades reales en el proceso.

#### COMUNIDADES VIRTUALES DE APRENDIZAJE PARA LA COEVALUACIÓN Y LA REFLEXIÓN DOCENTE

En los talleres de formación docente impartidos durante la Semana 53 y en actividades de actualización académica del PMPEE, se implementaron CVA a través de plataformas colaborativas (*Teams, Moodle* y redes profesionales). En estos espacios, los docentes diseñaron actividades auténticas y compartieron sus productos para recibir retroalimentación entre pares.

Esta dinámica generó un entorno de coevaluación horizontal, donde el intercambio de perspectivas enriqueció la comprensión del proceso y fortaleció las competencias digitales y reflexivas del profesorado (Camacho-Navarro & Salinas-García, 2023). Además, permitió recuperar experiencias reales para documentarlas como estudios de caso, consolidando una cultura de evaluación basada en la colaboración y la mejora continua.

#### ANALÍTICAS DE APRENDIZAJE Y RETROALIMENTACIÓN ADAPTATIVA

En cursos virtuales del PMPEE, la utilización de analíticas de aprendizaje integradas en *DIDACTIC* y *Microsoft Teams* ha permitido monitorear la participación y el progreso de los estudiantes. Estos datos, analizados de manera interpretativa, se utilizan para ofrecer retroalimentación personalizada y detectar tempranamente indicadores de desconexión o sobrecarga.

Por ejemplo, mediante el análisis de tiempos de entrega, frecuencia de participación y visualización de recursos, los docentes pueden ajustar la carga de trabajo o reestructurar actividades para mantener la motivación y el equilibrio. Este uso formativo de los datos

ejemplifica cómo la tecnología puede servir como herramienta de acompañamiento ético y preventivo, y no como mecanismo de control (Camacho-Navarro, 2025).

#### PLE Y EVALUACIÓN PERSONALIZADA EN PROYECTOS DE APRENDIZAJE ABIERTO

En experiencias más recientes, los estudiantes han sido guiados para construir sus propios entornos personales de aprendizaje, combinando herramientas institucionales y recursos externos para documentar su progreso. Esta estrategia permite una evaluación más personalizada, donde cada estudiante define los medios y soportes a través de los cuales muestra sus competencias.

Camacho-Navarro (2025) documenta que este enfoque fomenta la agencia y la autorregulación, al convertir la evaluación en una práctica reflexiva y autogestionada. Los productos generados —bitácoras digitales, *blogs*, portfolios o narrativas multimedia— no solo evidencian el aprendizaje, sino también la construcción de identidad profesional y digital.

#### SÍNTESIS DE APRENDIZAJES DERIVADOS DE LAS EXPERIENCIAS

Las experiencias analizadas revelan coincidencias significativas:

- La tecnología potencia la evaluación solo cuando se integra con propósito pedagógico y ético.
- Las herramientas digitales deben favorecer la autenticidad, la reflexión y la colaboración.
- La retroalimentación multimodal y personalizada mejora la experiencia de aprendizaje y la relación docente-estudiante.
- Las analíticas de aprendizaje son útiles cuando se interpretan pedagógicamente, no como mecanismos de control.
- El diseño de ecosistemas digitales centrados en el estudiante fortalece la agencia y el aprendizaje a lo largo de la vida.

Estas prácticas muestran que la evaluación mediada por tecnología puede ser profundamente humana como proceso de acompañamiento y co-construcción del conocimiento. La herramienta, lejos de reemplazar la mirada pedagógica, se convierte en su extensión: una aliada para promover la autonomía, la equidad y la creatividad en los entornos virtuales de aprendizaje.

## CONCLUSIONES

La evolución de los entornos digitales ha modificado profundamente el sentido de la evaluación en la educación contemporánea. Hoy, evaluar en la virtualidad no significa únicamente trasladar instrumentos tradicionales a un formato tecnológico, sino redefinir los procesos de enseñanza y aprendizaje desde nuevas mediaciones, lenguajes y posibilidades de interacción.

A lo largo de este capítulo se ha puesto de manifiesto que las herramientas digitales, los entornos personales de aprendizaje y las analíticas educativas constituyen recursos poderosos cuando se integran con intencionalidad pedagógica y ética, y no como fines en sí mismos. Su valor reside en su capacidad para acompañar, visibilizar y enriquecer los procesos formativos, permitiendo que la evaluación sea más continua, reflexiva y centrada en la persona.

Los entornos virtuales de aprendizaje se consolidan como espacios de articulación entre el diseño, la docencia y la evaluación, posibilitando la gestión de tareas, la creación de rúbricas, la comunicación y el seguimiento del progreso. Sin embargo, su potencial se concreta solo cuando el docente los utiliza con criterio didáctico, convirtiéndolos en entornos de mediación y no de control.

La incorporación de herramientas digitales para la retroalimentación y el acompañamiento ha permitido humanizar la evaluación, ampliando los canales de comunicación y fortaleciendo la relación pedagógica. El uso de audios, videos y comentarios interactivos demuestra que la tecnología puede devolverle a la evaluación su dimensión dialógica, reconociendo el valor del proceso sobre el resultado.

El enfoque de los entornos personales de aprendizaje aporta una visión más autónoma y sostenible del aprendizaje, donde cada estudiante construye su propio ecosistema de herramientas y evidencias. Este modelo favorece la agencia y la personalización, integrando la evaluación al proceso de reflexión y autoformación.

Las analíticas de aprendizaje y la inteligencia artificial amplían la comprensión de los procesos educativos, ofreciendo datos que, interpretados pedagógicamente, permiten mejorar la enseñanza y anticipar dificultades. No obstante, su uso exige una vigilancia ética: los algoritmos no pueden reemplazar la mirada humana, la empatía ni el juicio pedagógico.

La selección crítica y ética de herramientas digitales emerge como una condición imprescindible para sostener la integridad del proceso evaluativo. Evaluar en la era digital implica también formar en ciudadanía digital, promover la responsabilidad y garantizar la seguridad de los entornos educativos.

Las experiencias descritas en este capítulo demuestran que la tecnología, cuando se utiliza con propósito educativo y sensibilidad humana, puede convertirse en un instrumento de democratización del aprendizaje, capaz de ampliar las oportunidades, reducir barreras y fortalecer la construcción colectiva del conocimiento.

En suma, las herramientas digitales y las analíticas de aprendizaje son mediaciones al servicio de la evaluación auténtica, no sustitutos del pensamiento crítico ni del acompañamiento docente. Su integración pedagógica nos invita a concebir la evaluación como un proceso situado, ético y humanizador, donde el dato y la emoción, la evidencia y la reflexión, conviven en equilibrio.

El siguiente capítulo ampliará la mirada hacia los contextos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés), donde la evaluación enfrenta nuevos retos derivados de la interdisciplinariedad, la experimentación y la creatividad. Este tránsito, del entorno virtual al contexto STEAM, marcará el paso de la mediación tecnológica a la evaluación de la innovación educativa en escenarios que integran ciencia, arte y tecnología.

# CAPÍTULO 5.

## LA EVALUACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS DISCIPLINAS STEAM: RETOS Y OPORTUNIDADES



### ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO Y NATURALEZA DEL PENSAMIENTO STEAM

El pensamiento Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM, por sus siglas en inglés) representa un paradigma educativo y metodológico que integra conocimientos y habilidades provenientes de diversas disciplinas con el objetivo de abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas. El enfoque interdisciplinario se fundamenta en la premisa de que los desafíos contemporáneos no pueden ser resueltos eficazmente mediante una única área del conocimiento, sino que requieren una interacción de saberes que potencien la innovación, la creatividad y el pensamiento crítico.

Desde el punto de vista técnico, cuando hablamos de la interdisciplinariedad en STEAM, debemos contemplar las diferentes implicaciones, incluyendo el diseño y la aplicación de modelos pedagógicos y científicos que propician la colaboración entre expertos de diferentes áreas, lo que a su vez facilita el intercambio de metodologías, lenguajes y herramientas específicas. Los resultados de esta integración son observables, por ejemplo, en el desarrollo de proyectos que combinan competencias de ingeniería para la creación de prototipos, conocimientos matemáticos para el análisis cuantitativo, habilidades tecnológicas para la programación y manufactura digital, así como la inclusión del arte para potenciar la visualización, el diseño estético y la comunicación efectiva.

De forma natural, el pensamiento STEAM se remite a un proceso que profundiza en la capacidad de articular procesos cognitivos complejos, donde convergen el razonamiento lógico-matemático y el pensamiento creativo, promoviendo así una forma de inteligencia múltiple y flexible. Es por ello que, para lograr una adecuada implementación de esta metodología, es necesario no solo el dominio de contenidos técnicos, sino una actitud metacognitiva que permita la reflexión crítica sobre las propias estrategias de aprendizaje y resolución de problemas.

Adicionalmente, el componente artístico dentro de STEAM cumple un papel estratégico al incorporar enfoques humanísticos y estéticos que enriquecen el desarrollo tecnológico y científico, promoviendo soluciones más inclusivas, sostenibles y centradas en el usuario. Así, la interdisciplinariedad no solo se limita a combinar conocimientos técnicos, sino que trasciende hacia una integración epistemológica y metodológica que facilita la generación de conocimiento nuevo y la innovación disruptiva.

## DIFICULTADES COMUNES EN LA EVALUACIÓN STEAM

Dejando a un lado la definición teórica, la aplicación de la metodología STEAM en escenarios reales representa todo un reto; algunas de las dificultades más comunes surgen al momento de plantear un escenario completo que permita cumplir con una correcta evaluación STEAM. Dentro de los principales retos se incluyen la falta de instrumentos adaptados al enfoque interdisciplinario, la resistencia al cambio en los sistemas de evaluación tradicionales y la escasa formación docente para valorar competencias integrales y procesos colaborativos. A continuación, se revisan a detalle algunos de estos factores:

- Se ha detectado que se presentan dificultades para diseñar rúbricas y criterios de evaluación que contemplen procesos creativos, habilidades colaborativas y pensamiento crítico, en vez de solo valorar resultados cuantitativos o exámenes finales.
- Desde el punto de vista administrativo, existe una clara tendencia en la organización escolar y en los currículos a centrarse en la enseñanza como una serie de asignaturas particulares, en lugar de considerarla como un todo, haciendo complejo adoptar herramientas de evaluación integrales que alineen ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas.
- En contextos escolares, la falta de capacitación y la escasa presencia de materiales didácticos específicos para STEAM dificultan el trabajo en aula y la evaluación au-

técnica de proyectos, generando, en muchas ocasiones, una incorrecta aplicación de la metodología en cuestión.

- La falta de materiales diseñados de forma interdisciplinar, enfocados en la metodología STEAM o que permitan la interdisciplinariedad en el aprendizaje son un impedimento para conciliar la integración de instrumentos como rúbricas específicas de competencias STEAM, autoevaluaciones y retroalimentación constante a lo largo de los proyectos, lo cual a su vez limita el seguimiento efectivo de los avances y aprendizajes.

## OPORTUNIDADES PARA LA INNOVACIÓN

La innovación educativa encuentra en la educación STEAM una oportunidad para avanzar en la innovación de los procesos de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, ofrece a docentes, estudiantes y la comunidad en general una serie de oportunidades únicas para transformar la experiencia de aprendizaje. A partir de un enfoque interdisciplinario se abre la posibilidad de conectar la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas en proyectos concretos que abordan problemas reales del entorno. De esta manera, se plantea la posibilidad de dejar a un lado la fragmentación del conocimiento en las asignaturas tradicionales, convirtiéndose en una plataforma dinámica donde se fomenta la curiosidad y la creatividad, habilitando a los estudiantes para explorar conceptos complejos desde diversas perspectivas.

Uno de los grandes pilares de la innovación dentro de la implementación del aprendizaje STEAM es la posibilidad que brinda para el desarrollo de habilidades socioemocionales y competencias para la vida, las llamadas *soft skills* que se han convertido en una competencia fundamental para el estudiantado. Al verse involucrados en desafíos auténticos, que requieren colaboración, comunicación y pensamiento crítico, en la formación de los estudiantes se genera un cambio profundo, mismo que se refleja tanto en su confianza como en su capacidad de autorregulación y empatía. La literatura reciente señala que las experiencias STEAM están positivamente correlacionadas con el desarrollo de estas habilidades, llevando a los estudiantes a descubrir fortalezas personales y a construir una autoestima más sólida, factores fundamentales para un aprendizaje significativo y duradero.

Mediante la correcta incorporación de la metodología STEAM en la escuela, se permite, además, disminuir las barreras entre el mundo académico y la vida cotidiana. Los

proyectos basados en problemas reales son una invitación a los estudiantes a aplicar los conocimientos de forma funcional, a la par que integran herramientas digitales y tecnológicas de última generación. Esta constante experimentación no solo desarrolla competencias técnicas, sino que motiva la exploración, el liderazgo y la colaboración. A partir de ella los actores involucrados descubren que equivocarse es parte del proceso creativo y asumen una postura activa en su propio aprendizaje, lo que a su vez contribuye a fortalecer la resiliencia y el deseo de superación personal.

Desde la perspectiva social, el uso de esta metodología impulsa la equidad y la inclusión al abrir nuevas posibilidades de formación y movilidad social. En contextos donde el acceso a recursos es limitado, dotar a las escuelas de infraestructura y tecnología, así como ofrecer capacitación docente contextualizada, se ha convertido en prioridad. La apuesta por programas de mentoría, redes de colaboración y alianzas con universidades y empresas permite acercar a los jóvenes a realidades laborales diversas, mostrándoles caminos profesionales antes inesperados. Así, la educación STEAM permea más allá de las aulas, convirtiéndose en un punto de partida para el desarrollo local y nacional, capaz de convertir el talento individual en una fuerza colectiva para la transformación social y económica.

## CONCLUSIONES

La educación STEAM surge a partir de un marco pedagógico robusto, en el afán de generar un cambio que responda a las necesidades formativas del siglo XXI, en el cual se pueda situar al estudiante en el centro de experiencias educativas, creando a su vez escenarios de aprendizaje que se caractericen por contar con metodologías activas, integrales y significativas. Dentro de las aportaciones más significativas de la metodología STEAM, contribuye a favorecer el desarrollo de competencias y habilidades blandas, como el pensamiento crítico, el razonamiento lógico, la creatividad y la capacidad de análisis. busca involucrar a los estudiantes en situaciones de aprendizaje reales y prácticas, mediante una correcta implementación es posible lograr que los conceptos abstractos cobren sentido y se vinculen directamente con la vida cotidiana, lo cual está relacionado directamente con el aprendizaje.

La interdisciplinariedad, propia de las diferentes actividades interactivas de este modelo, nutre la confianza y la autoestima, en el sentido de que cada estudiante se experimenta como protagonista activo en la búsqueda de soluciones, la colaboración y la toma de decisiones dentro de un equipo, generando entornos de aprendizaje que se asemejan a los escenarios reales que suceden a la hora de insertarse en el mundo laboral. Además,

el enfoque STEAM promueve un proceso continuo de experimentación, reflexión y diálogo, que se ve reflejado de manera directa en el fortalecimiento de habilidades comunicativas, la comprensión de perspectivas múltiples y una aproximación inclusiva al aprendizaje.

Finalmente, si pensamos en la comunidad como un todo, la implementación y desarrollo de una educación basada en STEAM en los centros escolares puede actuar como un factor de cambio social. Mediante ella se promueven los pilares del desarrollo sostenible y la equidad, contribuyendo a la reducción de brechas de género y el acceso a trayectorias profesionales diversificadas, especialmente en áreas tradicionalmente dominadas por hombres. Al implementar una formación humana, integral y con una visión interdisciplinaria, ética y colaborativa, no solamente se avanza en el camino de mejorar las habilidades para la empleabilidad y la preparación para los escenarios laborales presentes y futuros, sino que sitúa a la educación como motor fundamental para el progreso tecnológico, económico y social. De este modo, las escuelas y docentes se convierten en agentes de transformación.

# CAPÍTULO 6.

## METODOLOGÍAS ACTIVAS EN STEAM Y SU IMPACTO EN LA EVALUACIÓN



### INTRODUCCIÓN

La correlación entre las metodologías activas y el enfoque STEAM ha revolucionado el paradigma educativo al promover un aprendizaje experiencial, colaborativo y profundamente integrador. Para que todo esto sea posible debemos remitirnos a un abanico de estrategias, que incluyen, pero no se limitan, al aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aprendizaje basado en problemas (PBL, por sus siglas en inglés), el aprendizaje cooperativo, la investigación guiada, el uso creativo de tecnologías digitales y la integración del arte como motor de expresión, diseño y creatividad. Antes de explicar cada una de ellas también se debe resaltar el modelo de enseñanza híbrido, que se ha venido popularizando en los últimos años, dejando a un lado la idea tradicional de implementar solamente una corriente en el entorno escolar.

De manera general, podemos decir que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) permite que los estudiantes trabajen durante periodos prolongados en proyectos que integran diversas disciplinas del ámbito STEAM. Podríamos hablar del diseño y construcción de puentes donde se conjugan matemáticas, física e ingeniería, la programación de aplicaciones para resolver necesidades de la comunidad, o la creación de instalaciones artísticas con componentes electrónicos que conectan el arte y la tecnología. A partir de cada una de estas experiencias, el docente actúa como facilitador y guía, mediante un acompañamiento continuo del proceso que a su vez promueve la autonomía de los estudiantes. No

debe confundirse el ABP con el PBL, que se enfoca particularmente en el planteamiento de problemas abiertos y contextualizados, por ejemplo, la mejora de la calidad del agua o la eficiencia energética en la escuela. Dentro de sus características, es deseable que dicho planteamiento no cuente con una única solución, para que de esta manera exista una invitación al alumnado a explorar, experimentar y argumentar cada paso de su resolución, dando apertura a que diferentes equipos puedan abordar la problemática desde puntos de vista muy específicos, y que al final se pueda desarrollar un escenario de lluvia de ideas o debate enfocado en identificar las características en común de cada planteamiento y las diferentes áreas de oportunidad, brindando un panorama completo de la solución al escenario inicial.

Si se cuenta con instalaciones bien equipadas, se puede abordar, también, la integración de laboratorios prácticos, extendiéndolos más allá del sentido tradicional en el que el estudiantado acude a replicar las instrucciones contenidas en un cuadernillo de prácticas, proponiendo escenarios más complejos, como competencias de robótica, simulaciones digitales, y actividades de ciencia ciudadana, mediante las cuales se genera un puente que permite conectar estas actividades con el entorno real. A continuación, se revisarán a fondo cómo se caracterizan, construyen e implementan cada una de las estrategias antes mencionadas, introduciendo otras que permitirían abordar diferentes contextos escolares en la vida real.

## **APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS Y EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO**

Constituye una metodología activa que se integra armónicamente en el enfoque STEAM y se enriquece al combinarse con otras metodologías como el ABP, la indagación guiada y el aprendizaje cooperativo. El actor central en esta estrategia es el alumno, quien, a partir de problemas de su entorno cercano, adquiere conocimientos, habilidades y competencias científicas, tecnológicas, matemáticas, artísticas e ingenieriles. Es indispensable que los problemas propuestos en el PBL tengan un alto grado de complejidad, además de estar enunciados de manera muy general y con algunas fallas estructurales, porque de esta manera desafía a los estudiantes a investigar, analizar información, formular hipótesis y tomar decisiones razonadas que deriven en posibles soluciones a la problemática propuesta.

La base del PBL se fundamenta en el aprendizaje contextual, crea un puente entre la teoría y la práctica, relacionando nuevos conceptos con sus conocimientos previos. Es indispensable que exista un aprendizaje colaborativo, ya que el trabajo en pequeños gru-

pos fomenta el intercambio de ideas y la construcción colectiva de saberes, además, de la autonomía y el autoaprendizaje, de tal forma que los alumnos asuman la responsabilidad de identificar qué necesitan aprender, realicen la búsqueda de información relevante sobre sus intereses y se conviertan en actores reflexivos sobre sus propias estrategias cognitivas. En un segundo plano, el docente se enfrenta a la necesidad de renunciar al rol tradicional, convirtiéndose en un facilitador, cuya tarea es orientar el proceso, sugiriendo líneas de indagación y promoviendo la reflexión crítica. La Figura 9 representa el PBL de forma sencilla.

**Figura 9**

*Representación del PBL*



Con este enfoque en mente, el estudiantado aprende a analizar información y datos, a interpretar resultados, a vincular teorías con aplicaciones y a comunicar sus conclusiones de manera argumentada y colaborativa. Si, además, los problemas propuestos conectan con sus intereses, la motivación se incrementa, generando un mayor compromiso y una participación de todos los involucrados. De esta forma se favorece la empatía, la gestión de emociones y las habilidades comunicativas, claves para el desarrollo científico y creativo necesario en STEAM.

El PBL está directamente relacionado con el ABP. Una de las ventajas de esta estrategia es que tiene la flexibilidad suficiente para aplicarse a cualquier materia y etapa escolar, desde la educación básica hasta la superior. Además, ha sido ampliamente estudiada y sus beneficios han sido ampliamente reconocidos en contextos formales e informales, al tiempo que se adapta a distintas realidades, economías y desafíos curriculares. Otra diferencia es que promueve un ambiente de aprendizaje dinámico, flexible y colaborativo, que desarrolla

la responsabilidad individual, la toma de decisiones, la autoevaluación y la crítica, que se pueden extrapolar a los escenarios de la vida diaria (Zaquinaula, 2025).

Desde el enfoque de evaluación, el PBL brinda oportunidades que permiten caracterizar el pensamiento científico. Al resolver problemáticas del entorno cercano de una manera sistematizada, es posible que el docente pueda observar y valorar los diferentes procesos, incluyendo la formulación de hipótesis, la identificación y el manejo de variables, el uso ético de fuentes, el desarrollo de un análisis lógico y la culminación con una síntesis crítica. Para evaluar se emplean, por ejemplo, diarios de aprendizaje, debates, rúbricas, coevaluaciones y análisis de productos escritos, valorando tanto el proceso como el resultado final. A partir de ello, se genera una evaluación formativa integral, alineando los principios del aprendizaje STEAM con las demandas y realidades actuales de los sistemas educativos. En la Tabla 2 se resumen algunas de las herramientas para la evaluación del PBL.

**Tabla 2**  
*Herramientas para Evaluar Aprendizaje Basado en Problemas*

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>	<b>Uso principal</b>	<b>Ejemplo de Aplicación</b>
Rúbricas	Escalas de evaluación con criterios claros y niveles de desempeño para medir competencias específicas.	Evaluar productos finales como informes o soluciones a problemas complejos.	Calificar análisis, comunicación y creatividad en resolución de casos reales.
Estudios de Caso	Análisis de situaciones reales o ficticias que requieren aplicación de conocimientos.	Medir capacidad para analizar problemas y tomar decisiones informadas.	Estudiantes resuelven escenarios del mundo real y justifican solución
Portafolios	Compilación de evidencias de trabajo, reflexiones y progresos a lo largo del tiempo.	Evaluar desarrollo continuo y evidencia de aprendizaje autónomo.	Incluir informes, reflexiones y soluciones acumuladas para revisión.
Listas de Cotejo	Instrumentos para verificar presencia o ausencia de elementos clave en el desempeño.	Comprobar cumplimiento de pasos o características específicas en actividades.	Marcar si se realizó trabajo colaborativo, individual y aplicación creativa.
Cuestionarios	Formularios estandarizados para autoevaluación o evaluación por pares/tutor.	Recopilar datos sobre desempeño en sesiones tutoriales y procesos grupales.	Evaluar participación en sesiones ABP con alta validez interna.
Presentaciones	Exposiciones orales o multimedia de soluciones propuestas.	Demostrar habilidades de comunicación y pensamiento crítico.	Presentar soluciones a problemas, con rúbrica para feedback.

## APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS Y EVALUACIÓN DE PRODUCTOS

El ABP es considerado una metodología educativa activa: cada persona se convierte en el protagonista de su aprendizaje; el estudiantado se enfrenta a situaciones reales de su entorno; mediante el trabajo colaborativo para la creación de productos finales concretos y significativos, transforma el aula tradicional en un espacio de indagación colaborativa, investigación autónoma y aplicación práctica de conocimientos interdisciplinarios. Al implementar el ABP se fomenta, no solamente el aprendizaje significativo de los contenidos, sino también el desarrollo de competencias clave como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. La principal diferencia es que promueve la autonomía estudiantil, dando apertura para que los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje negocien contenidos, procedimientos y evaluaciones, aumentando la motivación, la participación, la corresponsabilidad y culminando con un aprendizaje profundo y duradero.

Originado en corrientes pedagógicas como el constructivismo y el aprendizaje experiencial, ha ganado relevancia en contextos educativos modernos debido a su capacidad para preparar a los estudiantes para desafíos globales complejos. Los proyectos suelen durar semanas o meses, comenzando con la selección de las temáticas a abordar y concluyendo con la presentación pública de propuestas, con fases intermedias que requieren la guía del docente como facilitador. Se adapta a todos los niveles educativos, desde nivel básico hasta universidad, y se puede integrar fácilmente con tecnologías digitales para enriquecer la colaboración y la difusión de productos (Monja & Maldonado, 2025).

Busca responder a preguntas guía abiertas y motivadoras, promueve la transversalidad del aprendizaje, permitiendo la integración de múltiples áreas del conocimiento. Además, permite que cada uno de los equipos asigne diferentes roles a los actores, por ejemplo: investigador, gestor o comunicador, así como tareas específicas, promoviendo el liderazgo, el trabajo en equipo y la comunicación. Finalmente, los productos obtenidos del proyecto, como prototipos, campañas o informes, son presentados ante un público, lo que permite demostrar el nivel de aprendizaje alcanzado. Así enfatiza en la reflexión continua, donde los alumnos analizan su progreso, ajustan estrategias y evalúan fortalezas y áreas de mejora, promoviendo la metacognición.

Para lograr los alcances esperados, es necesario que el ABP siga un proceso estructurado en su implementación, garantizando con ello el éxito del proyecto. El primer paso es seleccionar un tema relevante ligado a la realidad local o global. Posteriormente, se

organiza el plan, los objetivos claros, entregables y temporalidades, formando equipos con roles específicos para distribuir responsabilidades y asignar tareas. Durante la ejecución, los estudiantes investigan, recopilan datos y desarrollan el producto final, mientras el docente proporciona retroalimentación de manera continua, a la vez que observa los procesos para poder evaluar a cada uno de los integrantes. La fase de culminación implica la presentación pública del producto, seguida de una reflexión grupal e individual sobre el proceso y resultados. Finalmente, se realiza una evaluación integral que cierra el ciclo, permitiendo la reflexión.

La evaluación en el ABP es auténtica y multifacética, utilizando herramientas que miden competencias reales de desempeño profesional. Al utilizar las rubricas es posible evaluar una amplia gama de criterios como originalidad, viabilidad técnica, impacto social y calidad de presentación, con niveles descriptivos para guiar el progreso. Por otro lado, permite la recopilación de evidencias evolutivas, incluyendo borradores, reflexiones y evidencias multimedia, logrando de esta manera una valoración holística del desarrollo individual y grupal. Si, además, incluyen actividades que permitan la autoevaluación y coevaluación por pares, se fomenta la responsabilidad compartida, la cual se complementa con la evaluación docente. Existe una amplia gama de herramientas que pueden utilizarse para la evaluación como complemento a las rubricas y los portafolios, entre ellas se incluyen listas de cotejo para verificar pasos clave, cuestionarios para medir competencias blandas y presentaciones orales (Tabla 3). Esta triangulación asegura validez y equidad, alineando la evaluación con objetivos de aprendizaje significativo y garantizando la calidad del proceso de enseñanza.

**Tabla 3**  
*La evaluación en el Aprendizaje Basado en Proyectos*

<b>Herramienta de Evaluación</b>	<b>Criterios Principales</b>	<b>Ventajas</b>
Rúbricas	Originalidad, colaboración, impacto.	<i>Feedback</i> específico y escalable.
Portafolios	Evidencias acumuladas, reflexiones.	Muestra evolución temporal.
Auto/Coevaluación	Participación, contribución personal.	Promueve metacognición.
Listas de Cotejo	Cumplimiento de pasos y entregables.	Rápida y objetiva.

Se puede concluir que el ABP redefine la educación al priorizar productos tangibles que evidencian aprendizaje real, transformando de esta manera desafíos del contexto inmediato

del estudiantado. Para su implementación, se recomienda capacitar docentes en diseño de proyectos, integrar TIC y fomentar alianzas comunitarias. De esta manera se aprovechan al máximo las ventajas de esta metodología, no solamente enriqueciendo el currículo, sino formando ciudadanos globales proactivos y competentes.

## APRENDIZAJE BASADO EN RETOS Y PENSAMIENTO INNOVADOR

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) propone situar a los estudiantes frente a desafíos complejos y auténticos extraídos del entorno real. Su principal propósito es el de desarrollar habilidades cognitivas, sociales y creativas orientadas a la solución innovadora. Tiene algunas diferencias respecto a otros enfoques como el ABP y el PBL; el ABR destaca por su dinámica de enfrentamiento a retos abiertos que no presentan rutas previamente establecidas, promoviendo un pensamiento flexible, adaptativo y disruptivo.

El ABR se presenta como una respuesta a la necesidad de preparar a los estudiantes para contextos sociales y laborales inciertos y cambiantes. Esto convierte las aulas en laboratorios de innovación donde los retos son tomados como puntos de partida para movilizar el aprendizaje de forma activa y contextualizada. Los retos son seleccionados por su impacto social, relevancia económica o desafíos tecnológicos, invitando a los alumnos a *aprender haciendo*, probar hipótesis, iterar y adaptar sus propuestas basándose en retroalimentación continua.

Aunque las metodologías que hemos revisado hasta este momento, ABR, ABP y PBL comparten el enfoque centrado en el aprendizaje activo y contextualizado. Las principales diferencias radican en la estructura, el rol del docente y el producto final esperado. En el caso del ABR, las tareas se estructuran en ciclos breves e iterativos, mientras que el ABP tiende a organizar proyectos con entregas secuenciales prolongadas y mayor planificación. El PBL, por otro lado, se enfoca en problemas generalmente analíticos, mientras que el ABR fomenta la búsqueda de nuevas rutas, la experimentación y la flexibilidad para adaptar las soluciones a situaciones cambiantes. Además, el rol del facilitador en ABR es más como un catalizador de procesos creativos y resiliencia, siendo menos directivo que en ABP y PBL.

El ABR impulsa el desarrollo de una amplia gama de competencias; entre ellas, destacan el pensamiento convergente y divergente, ya que promueve la capacidad para generar ideas originales, evaluarlas y seleccionar las más viables, la resiliencia y tolerancia al fracaso. Mediante los procesos de iteración y experimentación permite que el estudiantado aprenda

a ver los errores como oportunidades de ajustar y mejorar. La empatía y la responsabilidad social, la comprensión de los aspectos éticos e impactos sociales de la misma, competencias en el uso de tecnologías, el prototipado y simulación de propuestas innovadoras involucra el desarrollo de habilidades tecnológicas.

Se puede adecuar a diferentes disciplinas y niveles educativos; basta con identificar de manera adecuada aquellas problemáticas reales y retos que se vinculen directamente con los contenidos curriculares y capacitar al profesorado para que pueda desempeñar de manera correcta el rol de facilitador y catalizador a la vez que promueve ambientes seguros de aprendizaje. Un paso extra es trabajar en la vinculación con organizaciones externas tanto del sector público como privado. De esta manera, se logra que el ABR trascienda la enseñanza tradicional.

## DESIGN THINKING Y EVALUACIÓN DEL PROCESO CREATIVO

El proceso *Design Thinking* (DT) emergió como una metodología novedosa, que considera, no solamente las características de las técnicas previamente descritas, sino el abordaje de desafíos completos tomando como punto central la empatía profunda, la generación de ideas innovadoras, el prototipado en un lapso corto de tiempo y la continua validación y mejora. En este sentido, se convierte a las aulas en verdaderos espacios que simulan micro empresas, donde el trabajo contra tiempo y la mejora continua forman parte de la cotidianeidad, a la vez que se buscan soluciones viables, socialmente responsables y éticas, acordes al escenario actual. Surge de un escenario pedagógico que se inspira en las prácticas de diseño industrial, sus inicios se remontan a aplicaciones en universidades de alto prestigio como Stanford y grandes firmas privadas como *IDEO*, donde se priorizan las habilidades que conllevan procesos no lineales, en los cuales el fracaso es celebrado y visto como una oportunidad, fomentando con ello la neuroplasticidad que tare consigo agilidad mental, desarrollando adaptabilidad para los escenarios volátiles y con cambios acelerados.

Los fundamentos teóricos incluyen la teoría de la fluidez cognitiva y el constructivismo social, que menciona que el aprendizaje se desarrolla en escenarios de interacciones auténticas y reflexiones metacognitivas. Los avances han permitido ampliar su aplicación desde nivel primaria hasta superior. El éxito de la propuesta se cuantifica no solamente por un escrito aislado, sino por la adopción real del producto y su escalabilidad social. El proceso completo implica el desarrollo de cinco fases interconectadas, que se representan en la Tabla 4 y Figura 10: su flujo es dinámico y puede ser no secuencial.

**Tabla 4**  
*Design thinking y evaluación del proceso creativo*

<b>Fase principal</b>	<b>Objetivo estratégico</b>	<b>Técnicas específicas</b>	<b>Duración (puede cambiar)</b>	<b>Indicadores de progreso</b>
Empatizar	Capturar perspectivas profundas de accionistas o grupos de interés mediante observación inmersiva.	Entrevistas semiestructuradas, mapas de empatía, diarios de observación.	1-3 semanas	Generación de, al menos, 10 estrategias cualitativas por equipo.
Definir	Articular problemas raíz y necesidades no explícitas a partir de datos recolectados.	Creación de “propuestas” detalladas, ideas de “¿Cómo podríamos? (HMW)”, priorización MoSCoW	4-7 días	Problema reformado en 1-2 enunciados concretos.
Idear	Crear escenarios de debates o lluvias de ideas creativas, colectivas y sin filtros para multiplicar opciones viables,	Sesiones de Formula 20-20-20 de Robin Sharma, SCAMPER.	3-5 días	Al menos 30 ideas diferentes.
Prototipar	Materializar conceptos en versiones tipo maqueta para explorar límites prácticos.	Representaciones visuales en papel, o tipo 3D con cartón, role-playing, apps no-code, etc.	1-2 semanas	3-5 versiones iterativas construidas y documentadas.
Testear	Validar suposiciones con retroalimentación real de usuarios, iterando sobre evidencias.	Pruebas de usabilidad A/B, encuestas NPS adaptadas, grupos de estudio.	Continua (1 semana inicial)	Tasa de éxito >70% en métricas de satisfacción.

Figura 10

Sesiones de Formula 20-20-20 de Robin Sharma, SCAMPER



Una de las principales diferencias respecto a las metodologías tradicionales es que la evaluación trasciende productos finales, centrándose en una evolución holística, utilizando para dicho fin rúbricas multidimensionales que ponderan cada una de las fases y los retos en lugar de dar mas peso al entregable final.

En contraste con el ABR, el *Design Thinking* aporta empatía sistemática inicial y fases explícitas de ideación, mientras ABR acelera hacia prototipos disruptivos con énfasis en impacto social inmediato. Favorece la generación de prototipos a partir de la idea de que todo proceso y entregable es sujeto de mejora, es decir, el entregable puede encontrarse en una fase de desarrollo o en un nivel exploratorio. Mientras que el ABR centra la evaluación en el funcionamiento del producto final, dando menor peso a las fases intermedias, el DT evalúa la metacognición por etapa. Podríamos decir que el DT nutre la fase de ideas y el desarrollo, considerando las soluciones escalables, sostenibles y éticas. En cuanto a las competencias que se fomentan por medio del DT, estas incluyen, pero no se limitan, al pensamiento divergente-convergente, la alfabetización digital, la empatía, ética y sostenibilidad.

## CONCLUSIONES

En la actualidad, la implementación de metodologías activas es una representación de la evolución en la educación, siendo un paradigma transformador para las áreas de STEAM, al posicionar al estudiante como protagonista activo en la resolución de desafíos auténticos que integran ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas de manera interdisciplinaria. Mediante estas estrategias se fomenta, no solo el desarrollo de competencias cognitivas avanzadas, como el pensamiento crítico, la creatividad y el razonamiento lógico-matemático, sino también habilidades socioemocionales esenciales, incluyendo la colaboración, la resiliencia y la empatía, brindando con ello una formación integral al estudiantado, que los prepara para entornos laborales dinámicos y complejos del siglo XXI. Se transforma el aula tradicional en un laboratorio de innovación, donde el error se reinterpreta como una fuente de aprendizaje significativo, incrementando la motivación, la retención de conocimientos y la conexión entre teoría, práctica y el contexto directo de cada uno.

El impacto más significativo radica en su capacidad para revolucionar la evaluación, pasando de un escenario donde se aplican modelos tradicionales estandarizados hacia un espacio de generación de conocimiento grupal, donde existen procesos formativos continuos y modelos de participación activa, que permiten la expresión y creatividad de cada uno de los estudiantes, bajo la premisa de que cada persona es diferente. Es por ello que se valora, no solamente el producto final, sino también el proceso creativo. Las herramientas de evaluación incluyen un amplio abanico, como las rúbricas específicas, portafolios evolutivos, diarios reflexivos, coevaluaciones por pares y presentaciones multimodales. De esta manera, la evaluación final se obtiene a partir de un proceso triangular, que incluye perspectivas docente, estudiantil y externa, adaptándose a diferentes escenarios, funcionando de manera equitativa, respetando los procesos individuales y fomentando con ello la metacognición, la autorregulación y la equidad a la vez que alinea el aprendizaje con objetivos globales de desarrollo sostenible.

Entre los beneficios cuantificables de la gamificación en el aula mediante el uso de metodologías activas es importante destacar la reducción de deserción escolar (hasta 30%), el aumento en la motivación (67% de estudiantes) y el fortalecimiento de las habilidades blandas, como liderazgo y tolerancia, evidenciados en proyectos reales. No obstante, existen algunos desafíos, siendo el principal la capacitación docente intensiva, que permita el cambio de paradigma del modelo tradicional de transmisor de información al de facilitador, líder y guía, así como la necesidad de periodos largos de tiempo para el desarrollo de los

proyectos, el equipamiento de los centros escolares con recursos tecnológicos y la flexibilidad curricular. Todos y cada uno de ellos demandan implementaciones graduales, que permitan avanzar desde retos cortos hacia proyectos más complejos. Siendo la base del éxito a mediano y largo plazo la formación docente en el diseño de preguntas guía abiertas, el modelo de integración de las TIC en procesos colaborativos y la generación de alianzas estratégicas con actores sociales y empresariales, asegurando así una transición efectiva hacia entornos educativos inclusivos e innovadores.

Las metodologías activas que hemos revisado hasta este momento sientan las bases para el siguiente capítulo, cuyo tema central está dedicado a los instrumentos y estrategias de evaluación en proyectos STEAM, donde se profundizará en rúbricas interdisciplinarias, portafolios digitales, artefactos prototipados y evaluaciones multimodales que operacionalizan el aprendizaje auténtico. Al detallar herramientas como bitácoras de diseño y evidencias digitales, el lector será capaz de generar un razonamiento consolidado de la evaluación innovadora del pensamiento científico y las competencias STEAM, manteniendo a la vez la rigurosidad y contextualización que esta tarea requiere, con el fin de avanzar hacia un proceso de educación integral y activa e impulsando a las nuevas generaciones mediante una educación transformadora.

# CAPÍTULO 7.

## INSTRUMENTOS Y ESTRATEGIAS PARA LA EVALUACIÓN EN PROYECTOS STEAM



### INTRODUCCIÓN

Así como la implementación de metodologías activas que contribuyan al aprendizaje y desarrollo de las habilidades requeridas en STEAM ha ido evolucionando y transformando la educación, es necesario que exista un cambio en los modelos tradicionales de evaluación, que sea acorde con estos nuevos escenarios. En este campo, la evaluación de proyectos STEAM representa un desafío paradigmático, que debe trascender los modelos tradicionales de evaluación en el aula, convirtiendo los instrumentos y estrategias que se apliquen en modelos que sean capaces de capturar la complejidad interdisciplinaria que es inherente a la integración de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas aplicadas a contextos donde el estudiante es la parte central del aprendizaje.

Pensando en escenarios educativos donde se resuelven retos contextualizados en la vida real mediante la aplicación de metodologías como el ABP, PBL y ABR, no debe sorprender al lector que la evaluación deba ser igualmente innovadora, generando cambios hacia un escenario integral, donde existan procesos formativos continuos que valoren, no solo los productos finales, sino cada una de las fases de creación, colaboración y reflexión que atañen a las diferentes metodologías de aprendizaje y que, además, son coherentes con las competencias del siglo XXI.

En este capítulo se explorará un amplio espectro de herramientas, que incluye la rúbrica interdisciplinaria, elemento fundamental de la formación y evaluación en STEM, hasta procesos más complejos como las denominadas evaluaciones multimodales y transmedia, que han sido diseñadas para operacionalizar el aprendizaje STEAM, alineando la evaluación continua con los objetivos de innovación, equidad e impacto social.

Siguiendo con la misma línea de trabajo, la evaluación en STEAM tiene sus principios teóricos en las corrientes constructivistas y socio-culturales, donde el proceso de aprendizaje remite al estudiante a dejar de ser un ente pasivo y actuar como co-constructor del conocimiento, a través de la guía del docente que pasa a ser un facilitador y mediante ciclos de indagación, prototipado, retroalimentación y mejora continua. A diferencia de los enfoques tradicionales que suelen ser unidireccionales, las nuevas estrategias de aprendizaje incorporan triangulación, incluyendo no solamente la perspectiva docente como una verdad única, sino las recomendaciones entre pares y la autoevaluación como factores importantes del proceso, garantizando con ello escenarios donde se valida y respeta la diversidad cultural, de aprendizaje, las habilidades e intereses individuales y a la vez la limitación de recursos en los contextos escolares propios.

El diseño de instrumentos de evaluación, como rúbricas de desempeño interdisciplinario, tiene la flexibilidad suficiente para permitir la introducción de escalas descriptivas adecuadas a criterios específicos, como pueden ser la creatividad (arte), el impacto o consideraciones técnicas (ingeniería), el razonamiento analítico (matemáticas/ciencia) y el factor de impacto social, fomentando con ello una retroalimentación que va más allá de una calificación numérica y que impulsa a su vez la iteración y mejora continua.

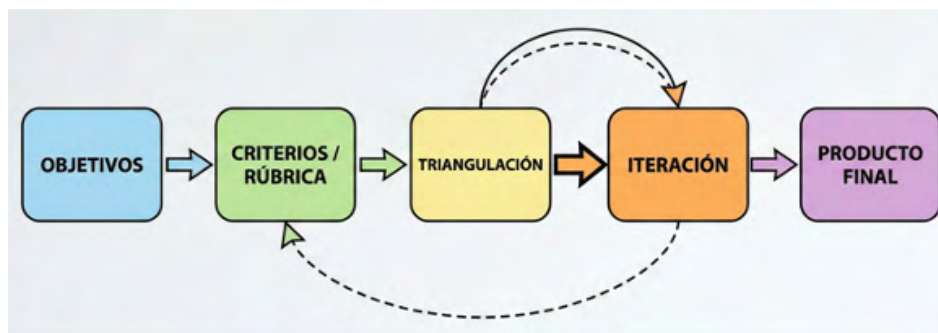
A lo largo de este capítulo, se profundizará en rúbricas de desempeño multidisciplinario, que constituyen la base de la evaluación STEAM y que, además, son herramientas fácilmente escalables que desglosan competencias en las dimensiones observables características de cada proyecto individual, facilitando la comparación entre las diferentes fases, el resultado obtenido y la autorregulación. Además, se examinará el uso de otras estrategias igualmente importantes, como los portafolios digitales, diarios de campo y bitácoras de diseño, que se consideran parte de las evidencias evolutivas, mismas que sirven para documentar los procesos individuales y grupales, así como el escenario completo de las trayectorias de aprendizaje, comenzando desde los bocetos iniciales hasta procesos más elaborados como las reflexiones metacognitivas. Esto los convierte en instrumentos ideales para evaluar procesos no lineales.

A continuación, se analizará a profundidad la evaluación de los entregables finales, incluyendo los prototipos, experimentos y artefactos, que se consideran la cúspide del aprendizaje y que pueden ser ponderados mediante su funcionalidad, impacto y sostenibilidad, siendo estos criterios claves para valorar la aplicación real y la integración de conceptos.

Para finalizar, se abordará la evaluación multimodal y transmedia, que permite la integración de diferentes TIC y herramientas digitales en el proceso de formación continua; con ello aprovecha escenarios como las narrativas digitales, que pueden ser desde videos y podcasts hasta algunos más complejos como el uso de realidad aumentada y plataformas colaborativas, donde cada una es de gran utilidad para lograr capturar expresiones diversas del pensamiento STEAM. Su uso permite la inclusión y accesibilidad a aquellos estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje.

El uso de estas tecnologías no solamente enriquece y diversifica el proceso de evaluación, sino que también permite recrear escenarios reales de entornos profesionales donde la difusión y el manejo de información a través de medios digitales amplifica el impacto social, promoviendo competencias como el liderazgo, la comunicación y la alfabetización digital. Este capítulo sintetiza la amplia gama de instrumentos disponibles que permiten transformar la evaluación educativa, generando escenarios más equitativos y una formación integral para la vida mediante mediciones rigurosas, contextualizadas e innovadoras (Figura 11).

Figura 11  
Ciclo rúbrica-STEAM



## RÚBRICAS DE DESEMPEÑO INTERDISCIPLINARIO

El pilar central de la evaluación de los proyectos STEAM está constituido por las rúbricas de desempeño interdisciplinario. Estos instrumentos emergen en el marco de la innovación e implementación de las propuestas metodológicas centradas en el estudiante como una

serie de herramientas sofisticadas que descomponen la complejidad inherente que surge en los campos formativos a partir de la fusión de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, mediante la delimitación de criterios observables, escalas descriptivas progresivas y ponderaciones estratégicas, que pueden moldearse para ser de utilidad en cualquier contexto de aprendizaje activo.

Es fácil darse cuenta de que el sistema educativo se ha moldeado para permitir la proliferación de instrumentos unidimensionales. Sin embargo, ante la naturaleza sinérgica de la metodología STEAM, este tipo de instrumentos no son suficientes para una correcta evaluación. Por ello se ha generado un nuevo desafío, es decir, romper con la brecha que se produce entre lo aprendido en aulas y lo requerido en términos de una innovación real: prototipos funcionales que resuelven problemas comunitarios, algoritmos optimizados para sostenibilidad o narrativas visuales que comunican datos complejos.

A partir de esta necesidad de cambio, surgen las rúbricas interdisciplinarias, cuyo objetivo principal es corregir esta desconexión al operacionalizar el marco Next Generation Science Standards (NGSS) y marcos similares, mediante el desglose de las competencias y habilidades en dimensiones medibles que alinean los objetivos curriculares con las demandas laborales y sociales del siglo XXI, incluyendo las propuestas de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que considera que la interdisciplinariedad es clave para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS); en específico, aquellos que se relacionan directamente con innovación (ODS 9) y educación inclusiva (ODS 4).

La implementación sistémica de instrumentos que permitan ponderar de manera adecuada los procesos de aprendizaje activo no solamente eleva la equidad de la educación, adaptándose a diversidad cultural, neurodiversidad y contextos socioeconómicos variables, sino que cambia por completo el paradigma educativo tradicional, donde el error se veía como un fracaso, por un escenario donde se fomentan las culturas escolares que permiten celebrar el error iterativo como un catalizador de descubrimiento, transformando aulas en laboratorios vivos de creatividad aplicada.

El diseño de rúbricas STEAM se sustenta en teorías pedagógicas robustas: el constructivismo social de Vygotsky, que enfatiza la *zona de desarrollo próximo* mediante retroalimentación colaborativa; el *aprendizaje situado* de Lave y Wenger, donde el conocimiento emerge de prácticas auténticas comunitarias; y la *evaluación formativa* de Black y William,

que demuestra cómo la retroalimentación descriptiva supera en efectividad a las calificaciones numéricas por un factor de 0.73 análisis reportados en la literatura.

El conjunto de los fundamentos teóricos permite un proceso de diseño adecuado que se compone de siete fases iterativas: (1) Análisis de objetivos STEAM del proyecto; (2) Identificación de competencias fundamentales por disciplina; (3) Definición de criterios transversales (colaboración, ética, impacto); (4) Estratificación en niveles de desempeño; (5) Asignación de ponderaciones basadas en el contexto específico; (6) Validación mediante juicio de expertos; (7) Posibilidad de digitalización y automatización del instrumento.

Específicamente en el modelo STEAM, se pueden describir las competencias básicas en un marco de aplicación universal de acuerdo con los siguientes criterios:

- Ciencia (20-25%): Formulación de hipótesis incluyendo hipótesis nula, diseño experimental controlado, análisis estadístico inferencial, interpretación de datos con alta exactitud estadística.
- Tecnología (20-25%): Integración de herramientas digitales (sensores IoT, APIs, software de código abierto), resolución de problemas iterativos, principios de ciberseguridad y fundamentos de revolución industrial 4.0.
- Ingeniería (20-25%): Ciclos de diseño-prototipo-test-refinamiento (método estándar de mejora continua), optimización de recursos, escalabilidad, principios de diseño universal para inclusión y responsabilidad social.
- Arte (15-20%): Estética funcional, visualmente atractivo y con un alto valor de comunicación (infografías, visualizaciones inmersivas), narrativa multimodal, experiencia sensorial centrada en usuario.
- Matemáticas (15-20%): Aplicación de principios básicos de modelado y algoritmos de probabilidad para la mejora continua.
- Transversales (10-15%): Desempeño individual y de trabajo en equipo, liderazgo, comunicación asertiva, habilidades digitales, reflexión, actitudes y valores, impacto social y sostenibilidad.

En una primera aproximación que permite el diseño de rubricas generales se sugiere la división de cada criterio en cuatro niveles que representan el desarrollo de cada uno de ellos, que se ordenan de menor a mayor profundidad en *Novato*, *Competente*, *Avanzado* y

*Experto*, teniendo en cuenta que para cada nivel es un requisito indispensable contar con descriptores Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes, Temporales (SMART, por sus siglas en inglés). Por ejemplo, para el apartado *Ciencia* podríamos definir el nivel más bajo como sigue: “Novato: Describe el fenómeno sin plantear una hipótesis adecuada”. Una sugerencia de nivel experto para un proyecto específico podría enunciarse como: “Experto: Valida hipótesis multivariable con ANOVA, la replicabilidad de los resultados es del 95%”. Es importante recordar que este tipo de instrumentos pueden adaptarse a diferentes proyectos y contextos, por lo que la ponderación anteriormente propuesta puede ser ajustada dependiendo del área de STEAM que corresponda a la formación central del estudiantado, garantizando una evaluación coherente con los objetivos de aprendizaje y el diseño curricular.

La generación de las rubricas interdisciplinarias puede apoyarse de plataformas digitales que optimizan el proceso, entre ellas podemos encontrar *RubiStar*, que permite generar plantillas personalizadas; *Google Classroom* que es una de las plataformas de libre acceso más utilizada en educación y que brinda la oportunidad de integrar rúbricas ligadas directamente con el almacenamiento en la nube a través de *Drive* para contar con las evidencias adjuntas; *Tinkercad* y *Fusión 360* son software con alternativas de rúbricas nativas para prototipos 3D; y algunas herramientas de inteligencia artificial como *Gradescope* que funciona para automatizar la revisión de textos con una precisión del 92% en descriptores textuales (Tabla 5 y Figura 12).

**Tabla 5**  
*Rúbrica Interdisciplinaria general para proyectos STEAM (modelo universal)*

<b>Criterio STEAM</b>	<b>Novato (1-2 pts)</b>	<b>Competente (3-4 pts)</b>	<b>Avanzado (5-6 pts)</b>	<b>Experto (7-8 pts)</b>	<b>Peso sugerido (%)</b>
<b>Ciencia</b> (Indagación/ Datos)	Observa sin hipótesis	Recopila datos descriptivos, 1-2 variables	Analiza correlaciones de 2 o más variables, gráficos inferenciales	Aplica un modelado predictivo multivariable, pruebas estadísticas robustas (ANOVA/regresión)	20
<b>Tecnología</b> (Herramientas Digitales)	Usa herramientas básicas de manera aislada	Integra 2-3 herramientas simples (sensores básicos)	Desarrolla solución híbrida (IoT/app), manejo errores	Plataforma escalable con API/cloud, seguridad datos implementada	20

Tabla 5

*Rúbrica Interdisciplinaria general para proyectos STEAM (modelo universal)*

<b>Criterio STEAM</b>	<b>Novato (1-2 pts)</b>	<b>Competente (3-4 pts)</b>	<b>Avanzado (5-6 pts)</b>	<b>Experto (7-8 pts)</b>	<b>Peso sugerido (%)</b>
<b>Ingeniería</b> (Diseño/ Prototipo)	Idea conceptual sin prueba	Prototipo funcional básico, 1 iteración	Ciclos múltiples (Al menos 3), optimización eficiencia >70%	Diseño modular escalable, materiales sostenibles, validación usuario externa	20
<b>Arte</b> (Comunicación/ Estética)	Descripción textual simple	Infografía clara, presentación lineal	Narrativa multimodal (video/ interactivo), impacto visual	Experiencia inmersiva (AR/VR), storytelling persuasivo y centrado en el usuario	15
<b>Matemáticas</b> (Modelado/ Cálculo)	Operaciones aritméticas básicas	Ecuaciones algebraicas aplicadas	Optimización numérica (lineal/ no lineal), simulaciones	Algoritmos avanzados error optimizado <5%	15
<b>Colaboración</b> (Trabajo en Equipo)	Participación mínima, sin roles	Roles básicos definidos, 2-3 interacciones	Resolución conflictos documentada, contribución equitativa	Liderazgo rotativo, mentorías pares, reflexión grupal profunda	10
<b>Total máximo</b>	<b>42 pts</b>			<b>56 pts</b>	<b>100</b>

El ejemplo anterior corresponde a una rubrica que puede ser utilizada en proyectos de nivel superior, sin embargo, pueden adaptarse a los diferentes niveles educativos y escenarios.

Figura 12

Pirámide de niveles de desempeño STEAM



Por otra parte, es preciso recordar que las rubricas son solamente uno de los instrumentos que nos permiten evaluar de manera integral el aprendizaje activo. A continuación, se revisan brevemente las ventajas, limitaciones y estrategias de optimización para su correcta aplicación.

Respecto a las ventajas del uso de rubricas podemos nombrar:

- **Objetividad:** al ser un instrumento estandarizado y claro reduce los sesgos del evaluador.
- **Escalabilidad:** un mismo instrumento puede ser aplicable para una alta gama de proyectos diversos.
- **Desarrollo holístico:** al definir criterios relacionados con habilidades blandas y socio emocionales.
- **Alineación laboral:** el 85% de los reclutadores STEM utilizan rúbricas para valorar el currículum y los portafolios de posibles empleados.
- **Inclusión:** adaptable a neurodiversidad (descriptores visuales/auditivos).

Dentro de las limitaciones identificadas se encuentran:

- **Tiempo diseño inicial:** la elaboración de una rúbrica maestra oscila entre 15 y 25 horas.

- Riesgo de sesgo: si la parte docente no muestra apertura en el diseño puede ignorar elementos como la creatividad.
- Sobrecarga cognitiva: es importante considerar menos de 10 criterios en las rúbricas.
- Resistencia cultural: escenarios con docentes tradicionalistas pueden enfrentar conflictos para las evaluaciones innovadoras (65% en *surveys* LATAM).

Finalmente, si bien las rúbricas maestras pueden generarse en un ciclo escolar determinado, es importante mencionar que pueden cambiar a través del tiempo, por lo que la mejora continua es una de las áreas de oportunidad que debe ser tomada en cuenta al trabajar con estos instrumentos (Figura 13).

Figura 13  
Comparativa entre rúbricas y exámenes tradicionales

DIMENSIÓN	RÚBRICAS (Evaluación Formativa)	EXÁMENES TRADICIONALES (Evaluación Sumativa)
TIEMPO	 Mayor en diseño y retroalimentación continua. (Requiere inversión inicial alta)	 Concentrado en la aplicación y corrección masiva. (Pico de trabajo puntual)
VALIDEZ	 Alta para tareas complejas y desempeño auténtico. (Mide lo que pretende medir en contexto)	 Alta para conocimientos fácticos y recuerdo. (Limitada en habilidades prácticas o creativas)
HABILIDADES	 Pensamiento crítico, creatividad, resolución de problemas, colaboración. (Competencias transversales)	 Memorización, comprensión lectora, aplicación de fórmulas. (Conocimientos específicos)
COSTO	 Bajo en materiales, alto en recursos humanos y formación docente. (Inversión en capacitación)	 Alto en impresión, logística y seguridad. (Gastos operativos recurrentes)

Las rúbricas interdisciplinarias no son meros instrumentos, sino arquitecturas pedagógicas que redefinen la evaluación STEAM, siendo el motor de la equidad, la innovación y la participación del estudiantado, sentando camino para una transición gradual hacia los portafolios evolutivos, prototipos tangibles y narrativas multimodales que completan el ecosistema evaluativo integral. Mediante su implementación sistémica, la capacitación continua del profesorado y la mejora de los instrumentos a través del tiempo, la educación STEAM se posiciona como una fuerza impulsora del progreso social desde un enfoque más humano y sostenible.

## PORTAFOLIOS, DIARIOS DE CAMPO Y BITÁCORAS DE DISEÑO

Los portafolios, diarios de campo y bitácoras de diseño son tres elementos que conforman la estructura fundamental de la evaluación de procesos en los proyectos STEAM. Su valor radica en la conversión de las evidencias dispersas y momentáneas en obras documentales integrales, que permiten la trazabilidad y recreación del recorrido completo del aprendizaje interdisciplinario: desde la formulación inicial de interrogantes indagatorios hasta la refinación iterativa de soluciones que integran ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas en configuraciones complejas y sinérgicas.

Por medio de estas herramientas es posible capturar la dinámica fundamental del paradigma STEAM que, como se ha mencionado anteriormente, se caracteriza por ciclos no lineales de experimentación controlada, prototipado sucesivo, modelado cuantitativo, aplicación de algoritmos, implementación tecnológica escalable y expresión artística multimodal comunicativa. Entre el 70% y el 85% del valor pedagógico se encuentra en procesos subyacentes que son invisibles para las evaluaciones tradicionales.

Por ejemplo, las decisiones de cambio o mejora basadas en datos empíricos contradictorios, los procesos de reflexiones metacognitivas sobre sesgos epistemológicos disciplinarios, la necesidad de ajustes colaborativos ante restricciones materiales inesperadas, y el debate que surge a partir de la síntesis reflexiva de aprendizajes transversales que se presentan por la tensión productiva entre disciplinas aparentemente inconmensurables.

La pirámide compuesta por los tres elementos antes mencionados, el portafolio como narrativa descriptiva y holística, el diario de campo como repositorio de datos primarios contextualizados y de interés particular, y la bitácora de diseño como base del plano técnico detallado, permite la generación de sinergias evaluativas que contemplan diferentes perspectivas, superando con ello las limitaciones de instrumentos unidimensionales. Esta integración multimodal permite reconstruir la ontología completa del aprendizaje STEAM: Partiendo de una idea nacida en medio del desorden inicial de exploración abierta, avanzando por etapas clave donde se cuestionan métodos tradicionales y se reorganizan saberes gracias a ajustes constantes mediante revisión activa.

Las bases conceptuales usadas son: el modelo de aprendizaje de Kolb ampliado a cuatro momentos STEAM (experiencia directa, pensamiento profundo, ideas formales y prueba práctica), el enfoque metacognoscitivo de Flavell-Zimmerman centrado en diseñar estrategias, vigilar procesos y juzgar resultados personalmente, junto con los principios de

conocimiento profesional de Schön (pensar mientras se actúa frente a pensar tras haber actuado), aplicados ahora a secuencias técnicas repetitivas (Figura 14).

Figura 14

Diagrama de flujo triádico: interrelación entre portafolio, diario y bitácora



Cada herramienta por separado falla en cubrir todo sin omitir detalles finos. No obstante, juntas funcionan gracias a roles distintos que se completan. La conexión entre tres elementos crea una estructura compleja y significativa: el portafolio funciona como un cubo narrativo ampliado, los diarios operan como matrices de cuatro dimensiones (tiempo, espacio, valor, duda), mientras que las bitácoras se organizan como redes sin ciclos donde cada entrada depende de otra. Sistemas integrados permiten gestionar información interconectada (Figura 15).

Figura 15

Plataformas para portafolios de proyectos STEAM en el aula por nivel educativo

Nivel Educativo	Plataformas Recomendadas (Ejemplos)	Enfoque STEAM y Características Clave	Tipos de Proyectos STEAM
<b>Educación Primaria (K-5)</b>	Seesaw, BookCreator, Google Slides	Documentación visual simple (fotos, audio), fácil uso para estudiantes jóvenes, enfoque en proceso creativo y narración. Integración de multimedia básica	Registro de experimentos simples, construcción con bloques/materiales reciclados, observaciones de naturaleza, diarios de diseño básico
<b>Educación Secundaria (6-12)</b>	Google Sites, Bulb, Wix Education, Adobe Creative Cloud Express	Mayor personalización y estructura, integración de código y modelos 3D, reflexión profunda, organización por proyectos. Plantillas flexibles	Desarrollo de prototipos funcionales, programación de robots, diseño CAD, análisis de datos científicos, proyectos de ingeniería y arte digital
<b>Educación Superior y Profesional</b>	WordPress, GitHub Pages, Mahara, Behance	Control total sobre diseño y contenido, presentación profesional, publicación académica, control de versiones (código), portafolio de carrera Blogging técnico	Investigación avanzada, desarrollo de software complejo, diseño industrial, simulaciones científicas, proyectos de fin de carrera, contribuciones open-source

La aplicación de estos métodos formativos varía según el nivel; se adapta progresivamente al desarrollo mental y habilidad práctica del alumno. Mientras tanto, en etapas iniciales, el foco está en vincular lo tangible con entornos digitales preservando estímulos sensoriales. Así, surgen los *portafolios mixtos*, en los cuales niñas y niños manipulan materiales físicos que después digitalizan mediante *apps* accesibles como *Seesaw*. Sus registros personales priorizan imágenes y movimiento: emplean símbolos gráficos o combinaciones creativas para comunicar pensamientos, en conjunto con cronogramas ilustrados que refuerzan la noción elemental de orden temporal.

Finalmente, en la cúspide de la educación formal, la universidad, el entorno se parece al de empresas tecnológicas. Se busca la implementación de herramientas que permitan la vinculación directa de conceptos mediante relaciones lógicas parecidas a las neuronas que tenemos en nuestro cerebro. Operan con equipos potentes junto a programas especializados, y justamente remiten al concepto de *redes neuronales*, que permiten mezclar las tareas escolares con procesos reales de escenarios de trabajo.

El método de verificación con siete niveles se basa en la triangulación. Este proceso asegura una valoración equilibrada. Se inicia con la autoorganización, en la cual cada alumno escoge y clasifica sus producciones más destacadas. A continuación, intervienen los compañeros, quienes opinan sobre si las tareas alcanzan lo esperado. En tercer lugar, actúa el instructor, aplicando criterios técnicos ajustados rigurosamente. Después, las tareas salen del aula para ser revisadas por profesionales del sector. Junto con eso, interviene un sistema de inteligencia artificial que escanea el texto en busca de coincidencias y mide la solidez del contenido sin intervención humana. Por otro lado, se examina el recorrido individual, observando registros pasados para confirmar avances constantes y descartar cambios bruscos o extraños en los resultados. Por último, se lleva a cabo una evaluación general que muestra cómo ha crecido el aprendizaje del alumno durante toda la asignatura.

La introducción de este sistema trae beneficios profundos. Principalmente, aumenta la metacognición: los estudiantes entienden cómo aprenden, lo cual fortalece mucho su autonomía. Además, revela el escenario completo del proceso educativo, que no suele mostrarse a simple vista, y que es fundamental para el desarrollo de competencias altamente alineadas con las exigidas por empresas en la actualidad. Asimismo, por sus múltiples formatos, facilita que jóvenes con distintas formas de neurodiversidad se involucren mejor y sobresalgan. No obstante, las dificultades son enormes. La mayor limitante radica en la cantidad de tareas; registrar y analizar así consume mucho más tiempo que el método convencional, situación

que agota a profesores y estudiantes. Por otro lado, podría ampliarse la desigualdad tecnológica en áreas alejadas sin conexión estable a herramientas digitales. Además, persiste la inquietud sobre cómo proteger información personal delicada del alumnado (Figura 16).

Figura 16

*La triada evaluativa completa: instrumentos para el aprendizaje y el diseño*



## PROTOTIPOS, EXPERIMENTOS Y ARTEFACTOS COMO EVIDENCIA DE APRENDIZAJE

El cambio en cómo entendemos la enseñanza hoy surge de la necesidad de formar estudiantes capaces de vivir en un entorno dominado por la ciencia y la tecnología. En lugar de centrarse en memorizar, ahora se valora más mostrar qué tanto alguien puede aplicar lo que sabe. Este nuevo enfoque cambia completamente el paradigma de aquello que anteriormente se consideraba una buena forma de comprobar el aprendizaje; siendo el punto central la aplicación del conocimiento más que la mera definición o la parte conceptual del mismo.

Dentro de esta perspectiva, la educación STEAM ha dejado de ser solamente el nombre de una asignatura, evolucionando hacia una manera de conectar distintos tipos de conocimiento entre sí. Así, hacer modelos, pruebas o construir objetos deja de ser simplemente una tarea extra o divertida, pasando a ser la principal evidencia del razonamiento detrás del alumno. Estos productos permiten al profesor mirar directamente cómo organiza ideas quien aprende, cómo enfrenta desafíos y une conceptos teóricos con resultados reales.

Dentro de este entorno con pruebas visibles, conviene separar bien lo que es un prototipo, un experimento y un artefacto. Aunque muchas veces se usan como si fueran lo mismo en clases informales, cada uno tiene objetivos mentales y educativos diferentes, necesarios para organizar mejor los trabajos prácticos en asignaturas STEAM. El prototipo muestra cómo algo podría funcionar realmente, sirve para probar ideas una y otra vez; ayuda al alumno a sacar sus pensamientos afuera y verlos frente a situaciones reales. En ese proceso, equivocarse no es malo, forma parte del avance. Por el contrario, el experimento sigue métodos científicos: busca comprobar hipótesis o entender procesos naturales, sin centrarse en construir objetos útiles. Mientras tanto, el artefacto refleja lo aprendido desde un punto personal y social, siendo la prueba tangible de haber interiorizado saberes.

Es en el punto medio entre estas ideas donde la planificación académica requiere precisión, sobre todo al trabajar con fases medias del crecimiento mental y habilidades prácticas. En esta fase particular, demostrar conocimiento no consiste ni en copiar mecánicamente ni en actuar como investigador experto, sino en mostrar destreza al participar en pruebas dirigidas; término que refleja un enfoque educativo capaz de mezclar interés natural con estructuras científicas claras.

Esta habilidad para hacer experimentos controlados forma la base principal de las pruebas dentro del área STEAM, ya que muestra que el alumno empieza a entender que la ciencia no es suerte ni creencia personal, sino un método claro y repetible. Mientras revisa este trabajo, el profesor prioriza más bien el rigor al seguir pasos exactos, la atención en lo observado, junto con vincular cada paso práctico al conocimiento conceptual detrás.

Al mismo tiempo que se explora lo científico, aquí también importa mostrar habilidades técnicas mediante pruebas concretas. No basta con saber manejar dispositivos; lo clave es cómo alguien enfrenta retos complicados dividiéndolos en pasos claros y coherentes. Cuando un alumno arma estas cadenas simples, revela comprensión sobre relaciones causa-efecto dentro del entorno algorítmico, comprendiendo cómo es que un conjunto específico de órdenes genera siempre cierto efecto esperado, mientras cambiar su disposición modifica directamente dicho resultado.

La prueba de aprendizaje al crear secuencias básicas puede verse de varias maneras en un portafolio STEAM. Por ejemplo, mediante bloques visuales que mueven a un personaje dentro de un laberinto o pasos ordenados que dirigen a un robot simple en clase. El evaluador no espera aquí programas complicados, eso viene después, más bien observa

si hay coherencia en el orden lógico, si se detecta dónde falló una serie de pasos y cómo se arregla, además de verificar si quien programa anticipa lo que hará el sistema antes de iniciarlo. Este tipo de actividad conecta poco a poco el razonamiento práctico con el abstracto, ya que exige convertir movimientos reales (como avanzar o rotar) en signos e instrucciones simbólicas, una tarea mental clave para crecer tanto en matemáticas como en comunicación.

No obstante, para que estas pruebas, ejercicios controlados y códigos no se queden sueltos entre el bullicio del salón, hace falta algo que los una con propósito: un portafolio centrado en proyectos STEAM. Este recurso no debería verse solo como una carpeta pasiva llena de tareas sin orden, sino como un espacio activo donde el alumno escoge, estructura y piensa sobre lo que ha hecho. Gracias a esto, el portafolio pasa a ser una prueba superior que reúne todas las otras, mostrando cómo avanza el aprendizaje con el tiempo. Además, revela vínculos entre distintas áreas que normalmente quedan tapados cuando cada materia evalúa por separado.

El portafolio centrado en proyectos STEAM tiene valor porque muestra cómo el aprendizaje no sigue caminos separados, sino que combina ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas para responder a desafíos reales. Un trabajo detallado en ese registro hace visibles esos vínculos: tomar como caso un puente hecho con fideos refleja entendimiento sobre fuerzas (ciencia e ingeniería), uso de medidas geométricas (matemáticas) junto con criterios visuales y prácticos (arte). Al revisarlo, el profesor no clasifica contenidos uno por uno; más bien examina cómo se conectan entre sí—por ejemplo, qué pruebas realizadas sobre resistencia moldearon la estructura terminada o en qué medida escribir instrucciones básicas ayudó a probar cuánto peso aguantaría.

Por otra parte, centrarse en objetos concretos y presentaciones gráficas abre más oportunidades para alcanzar logros escolares, especialmente para quienes no sobresalen en exámenes verbales o numéricos típicos; así, habilidades como la imaginación espacial, el movimiento corporal o la originalidad obtienen formas reconocidas de mostrar dominio. Cuando se pide a un alumno crear pequeñas rutinas que generen historias digitales, no solo se mide razonamiento técnico, sino también cómo organiza ideas y construye relatos; mientras tanto, si realiza prácticas controladas con mezclas líquidas, se verifica su conocimiento científico, sin dejar de lado destrezas manuales precisas ni atención detallada durante la observación.

La mezcla entre lo científico práctico y lo digital aparece mejor cuando se construyen modelos híbridos: objetos que juntan materiales reales con procesos digitales, típicos en propuestas STEAM. Supongamos un ejercicio escolar en el que hay que armar una señal de advertencia ante temblores usando una ciudad hecha a escala; esta tarea obliga, primero, a probar cómo viajan las ondas por distintas capas físicas para captar su comportamiento físico, dejando rastros claros del dominio adquirido en temas como geociencias o resistencia de estructuras; además necesita escribir instrucciones básicas para vincular un detector de movimiento con luces o sonidos, mostrando destreza técnica y comprensión del flujo lógico.

Lo visible, que es el modelo operativo, solo representa la parte externa, mientras el dossier educativo muestra toda la base oculta: dibujos preliminares, registros medidos durante pruebas, fragmentos codificados explicados línea por línea, junto con comentarios sobre cómo ciencia e ingeniería colaboraron frente a una situación realista ficticia.

Al revisar estos trabajos elaborados, el profesor necesita cambiar su enfoque: dejar atrás la búsqueda inequívoca de la solución exacta para fijarse más bien en cómo se desarrolló todo el proceso además de juzgar lo sólida que fue la explicación presentada, usando guías detalladas que dividan cada habilidad clave en partes visibles. Esta forma de trabajar ayuda a incluir la diversidad en clase, ya que al enfocarse en crear objetos y registrar pasos, hay distintas maneras de participar según cómo cada estudiante aprende mejor.

Un alumno con dificultades para escribir puede destacar al diseñar programas simples pero elaborados o montar modelos mecánicos creativos; su carpeta STEAM muestra esas cualidades, dejándolo demostrar lo que sabe sin barreras. Así también ocurre con el trabajo en grupo, propio del modelo STEAM: este proceso queda registrado mediante funciones definidas dentro del equipo y análisis sobre cómo interactuaron entre ellos. Allí se ve quién dirigió los ensayos prácticos, quién tomó la iniciativa en codificar acciones básicas y cómo acordaron cambios en el diseño. De esta manera, el profesor observa directamente sus destrezas sociales y emocionales (Figura 17).

Figura 17

Guía para elaborar un cuaderno de campo STEAM en el aula: registro científico y creativo



Al mirar más allá de la relación directa entre el alumno y el contenido, aparece un aspecto clave poco considerado en evaluaciones comunes: el poder del prototipo para comunicarse y conectar con otros. Un artefacto STEAM no está aislado; nace pensado para mostrarse, discutirse y justificarse frente a compañeros, docentes o especialistas, volviendo la evaluación un momento compartido donde se reconoce lo aprendido. Desde esta perspectiva, el portafolio de proyectos gana profundidad al contar cómo un grupo detectó una situación tangible en su entorno y usó pasos claros para ofrecer una respuesta funcional.

Un registro centrado en iniciativas STEAM necesita organizar estos aspectos de forma conectada, sin separar contenidos como si pertenecieran a compartimentos distintos; más bien, una buena muestra incluiría cómo los valores obtenidos al medir la evaporación ajustaron automáticamente las pausas del sistema automatizado para regar plantas, vinculando así experiencia directa con solución técnica.

Finalmente, si se piensa en el crecimiento de este modelo, es clave ver cómo la tecnología ayuda al profesor a organizar tantas pruebas distintas; usar sistemas digitales que admiten archivos variados, marcan destrezas y ofrecen comentarios auditivos hace mucho más fácil revisar y valorar. Aunque eso sí, lo digital solo es un recurso; lo importante sigue siendo educar mentes dispuestas a investigar, inventar y expresarse. Cuando convertimos experimentos controlados o códigos básicos en rutinas del pensamiento, no en acciones puntuales, damos a los alumnos un conjunto de estrategias mentales útiles ante obstácu-

los posteriores, ya sean escolares, laborales o cotidianos, contribuyendo a una formación integral mediante el desarrollo de habilidades para la vida.

La diferencia entre prototipo, experimento y artefacto no es simplemente cuestión de palabras; entender sus diferencias ayuda a evaluar mejor, particularmente en niveles intermedios, donde habilidades como seguir experimentos o codificar pasos simples empiezan a tomar caminos paralelos: uno hacia ciencia exploratoria, el otro hacia creación técnica. Una semejanza clara es que representan formas de aprender haciendo, situando al estudiante como un actor central en el proceso de aprendizaje. En cada caso, quien estudia necesita mostrar lo que piensa, trasladándolo desde la mente hacia algo tangible regido por principios físicos, lógicos o visuales.

Otro paralelismo en la estructura es que los tres implican organizar bien el tiempo junto con los recursos, activando habilidades directivas más allá del tema específico; completarlos no ocurre de golpe, pues demanda preparación, manejo de contratiempos y ajustes sucesivos. En entornos STEAM, funcionan como herramientas para razonar (según Papert, 1987: “objetos para pensar con”), favoreciendo análisis personal e intercambio grupal. Aunque lo decisivo surge al examinar sus contrastes profundos, incluyendo en qué consisten realmente y cuál es su propósito, debido a que eso orienta cómo usarlos mejor dentro del aprendizaje.

El experimento nace de la ciencia positivista, cuyo objetivo es probar cómo funciona la realidad. Mientras un alumno realiza prácticas dirigidas, lo importante no es el material usado, sino la información obtenida; incluso si el resultado no coincide con lo esperado, siempre que el método sea correcto, el conocimiento sigue siendo útil, dado que muestra una conclusión real, aunque resulte desagradable. No obstante, el experimento tiene una limitación educativa, sobre todo en etapas básicas o medias, resulta inflexible y puede provocar frustración intensa. Frente al diseño, en el cual existe la opción de ajustar lo creado, en ciencia, cuando la hipótesis no se confirma, ese proceso concluye; implica iniciar uno distinto desde cero. También ocurre que evaluar cómo realizan prácticas dirigidas tiende a centrarse demasiado en pasos mecánicos, haciendo probable que el alumno repita movimientos sin captar ideas clave detrás del trabajo, logrando resultados precisos solo por repetición física.

El *prototipo* viene de la ingeniería y el diseño, aunque busca funcionamiento más que verdades. No se enfoca en por qué ocurre algo, sino en cómo lograrlo. Su principal valor está en poder repetir versiones mejoradas fácilmente, además de impulsar la acción directa; así,

equivocarse forma parte del avance, algo que los ensayos controlados no siempre permiten. Cuando un modelo de puente falla o una serie de código no hace lo esperado, el alumno empieza enseguida a revisar errores y ajustar su diseño, desarrollando así capacidad para superar obstáculos. Un boceto inicial suele ser positivo por definición: parte de la idea de que hay respuesta posible, solo depende del tiempo e intento invertido.

Sin embargo, el problema del prototipo como muestra de conocimiento está en su atracción hacia soluciones técnicas superficiales o montajes improvisados sin base reflexiva. A veces, quien aprende arma un modelo operativo solo con intentos arriesgados, sin captar las leyes físicas ni fórmulas detrás de su funcionamiento; podría hacer que un robot avance usando trozos de código copiados, ignorando cómo opera una estructura cíclica. En caso de valorar exclusivamente si algo *funciona*, existe peligro de aceptar resultados huecos intelectualmente. Por otro lado, crear maquetas exige recursos materiales elevados, junto con lugar y equipos que muchas clases no tienen, lo cual amplifica desigualdades cuando falta planificación adecuada.

El *artefacto*, en cambio, opera en un ámbito más amplio que incluye artes, humanidades y cultura, orientado hacia la expresión y el sentido. Puede tratarse de un prototipo, aunque también de una escultura móvil, una representación visual única o un juego digital con historia. La clave en este punto es que carga la huella del autor e intenta transmitir un mensaje al público. Su mayor beneficio radica en fomentar compromiso emocional y motivación interna; así, quien aprende no percibe la actividad como algo asignado por el docente, sino como creación propia. Así se incluyen cuestiones emocionales, morales o visuales que normalmente ignora el ensayo tecnológico.

El objeto muestra una mezcla entre saberes distintos, en la cual lo científico adquiere sentido humano. No obstante, uno de los principales desafíos del artefacto está en cómo se valora, pues depende mucho del criterio personal, además de que lo visual puede opacar el contenido real. Aunque un estudiante muestre algo muy llamativo, con detalles pulidos y ordenado al máximo, detrás podría haber ideas débiles o errores graves en la programación. En ese caso, el profesor quizás valore más la apariencia y ponga una nota alta injustificada desde el punto técnico. Por otro lado, hacer trabajos realmente buenos necesita tiempo para pensarlos bien, etapa que rara vez cabe dentro del calendario acelerado de las escuelas tradicionales.

Al combinar estos aspectos surgen patrones útiles. Si los alumnos hacen pruebas con apoyo, se enfatiza el método (experimento); si deben codificar pasos básicos para activar un motor, domina la estructura lógica (prototipo). No obstante, al integrar esas pruebas y códigos para diseñar *una máquina que mantenga vivas a las plantas sin agua durante días*, lo que se busca ya no es solo técnica, sino creación práctica (artefacto) (Figura 18).

Figura 18

Guía visual: *prototipo, experimento y artefacto en el proceso STEAM*



El resultado final no es simplemente una cosa hecha, sino un conjunto con significado. Reúne pruebas tempranas, bocetos y ensayos dentro de una misma estructura. Sirve como medio para conectar todo lo hecho hasta ahora. Más allá del aspecto tangible, importa también el contexto detrás. Permite mostrar avances científicos mediante relatos claros. Además, enseña a justificar opciones técnicas sin depender solo de datos fríos. Así se construye argumentación completa alrededor de una pieza funcional.

Desde el punto de vista evaluativo, las distinciones entre estos tres componentes requieren herramientas distintas. En el caso del experimento, la rúbrica prioriza la exactitud, junto con manejo de variables y deducción coherente (*¿Los resultados apoyan directamente lo concluido?*). Cuando se trata del prototipo, importan más el rendimiento, durabilidad, efectividad y posibilidad de mejora continua (*¿Hubo avances claros respecto a la versión inicial?*). Respecto al artefacto, deben considerarse originalidad, transmisión de ideas, relevancia social e impacto visual (*¿El diseño responde a una demanda práctica o emocional?*). Aplicar normas estéticas para juzgar un experimento, así como exigir certeza científica a un

modelo físico, implica mezclar planos diferentes, algo que desorienta al alumno además de debilitar su proceso formativo (Figura 19).

Figura 19

Evaluación diferenciada en STEAM: experimento, prototipo y artefacto



Al pensar en cómo avanzará este modelo, lo digital va mezclando cada vez más límites. Gracias a herramientas como la realidad aumentada, un alumno podría usar un objeto físico vinculado a una simulación virtual activa, creando así algo entre real e imaginario. Saber escribir códigos simples ya no alcanzará; también hará falta controlar acciones dentro de mundos virtuales, además de dialogar con sistemas automáticos básicos. Pero las bases seguirán vigentes: explorar fenómenos, resolver problemas prácticos, comunicar ideas creativas.

Hasta este punto, es importante que el lector sea consciente de que usar prototipos, pruebas o artefactos como prueba clave del conocimiento no es una tendencia momentánea, más bien una reacción útil ante los retos actuales. Mientras los estudiantes avanzan en su formación, quienes hacen experimentos controlados no únicamente practican mediciones; también empiezan a observar la realidad con cuidado, cuestionándola paso a paso. Cuando ensayan secuencias básicas de código, van más allá de escribir instrucciones; organizan sus ideas, prevén resultados y arman procesos coherentes. Cuando se logra conjuntar estos elementos en proyectos STEAM, poco a poco desarrollan un rol activo: se ven a sí mismos como personas que pueden modificar lo que les rodea.

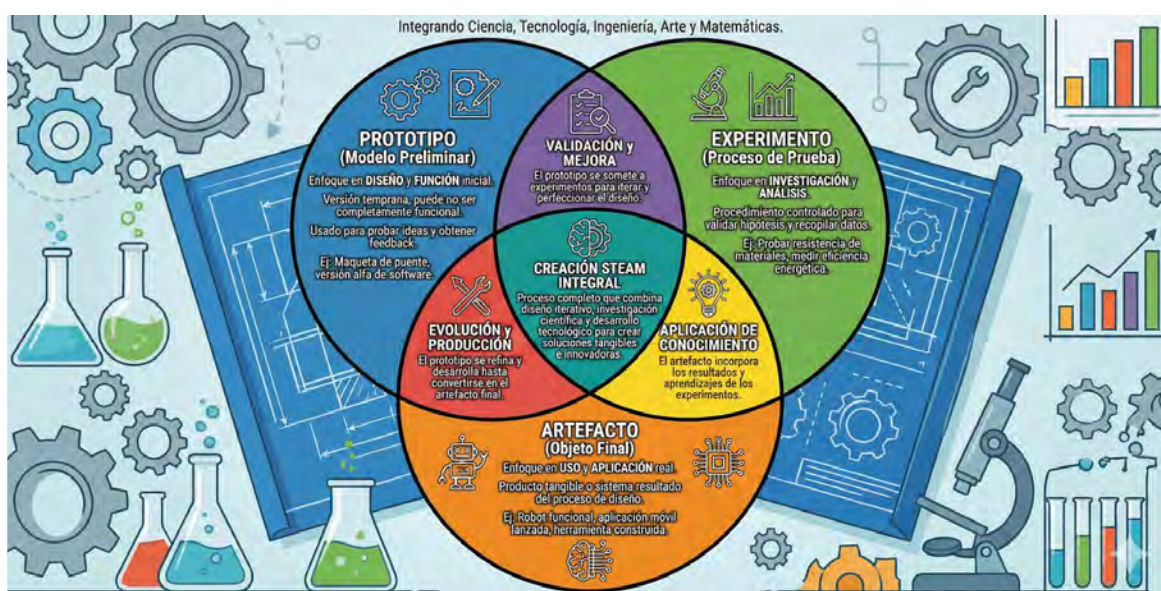
La principal fortaleza de este método frente a otros es su realismo. Al terminar la asignatura, un examen simplemente se descarta; en cambio, una obra bien hecha, un ensayo con resultados interesantes o un software funcional permanecen, circulan y quedan grabados. Cambian por completo cómo recordamos la escuela: ya no son notas vacías, sino muestras claras de lo conseguido.

El profesor enfrenta aquí una tarea grande: necesita actuar como investigador, técnico, creador y organizador al mismo tiempo. No obstante, obtiene algo valioso, la satisfacción de observar, no solo alumnos capaces de memorizar, sino personas que inventan problemas nuevos y diseñan medios para resolverlos. De este modo, el salón deviene un taller moderno al estilo renacentista: un espacio activo donde los errores no se rechazan, sino que sirven como parte del proceso; aquí, la curiosidad sigue una pauta clara y el conocimiento adquirido puede palparse, cuantificarse, aplicarse e incluso valorarse visualmente.

Esa es la apuesta central de la enseñanza STEAM, cuya validez queda demostrada progresivamente mediante modelos preliminares, pruebas concretas y objetos construidos por los propios estudiantes, avanzando fase tras fase, ajuste tras ajuste, trabajo práctico tras trabajo práctico (Figura 20).

Figura 20

*Coincidencias y diferencias: prototipo, experimento y artefacto en STEAM*



## EVALUACIÓN MULTIMODAL Y TRANSMEDIA

Una parte importante de la transformación en la educación actual implica estar inmersa en entornos digitales, donde surge la necesidad de comprender nuevos modos de interpretar textos y expresarse. En este contexto, valorar el conocimiento mediante distintas herramientas no implica simplemente incorporar dispositivos técnicos; su alcance es mayor. Esta perspectiva redefine profundamente la manera en que percibimos el aprendizaje logrado. Como hemos mencionado anteriormente, en el pasado, los exámenes evaluaban únicamente el texto escrito, como si eso reflejara todo el conocimiento. Hoy, los estudiantes razonan y comunican sus ideas mediante múltiples formatos simultáneamente.

Combinar imágenes con audio o videos, en lugar de solo palabras, permite demostrar mejor su comprensión. El proceso mejora las habilidades digitales y la comunicación al integrar recursos comunes: sitios web, aplicaciones, plataformas digitales, pantallas interactivas u otros dispositivos usuales. De este modo, el aprendizaje no está desconectado del entorno real, sino vinculado a su forma cotidiana de interactuar.

Este cambio en el paradigma educativo busca compensar algunos puntos de mejora de los exámenes tradicionales, que suelen separarlo todo sin orden claro. En lugar de eso, la perspectiva ampliada impulsa al estudiante a participar activamente, conectar con sus temas y reflexionar sobre su proceso formativo. Combina bien con estrategias prácticas, como adquirir conocimientos mediante desafíos o construir trabajos propios, ya que considera las tareas creadas, que pueden ser tangibles o digitales, así como de las evidencias auténticas y diversas del saber aplicado.

A partir de este enfoque se busca mostrar como es posible unir y transformar la evaluación tomando como base los escenarios transmedia y la multimodalidad, pasando de un proceso en el que solo se vigila a uno donde existe un aprendizaje significativo. Su escalabilidad y aplicación en campos complejos como STEAM puede darse a través de ejemplos prácticos. Este diseño cambia por completo los métodos tradicionales, priorizando procesos dinámicos. Cada fase del aprendizaje se ajusta según las herramientas usadas. La retroalimentación se integra mientras avanza la tarea, sin esperar al final. Así, los errores forman parte natural del proceso.

Es importante ser conscientes de que la representación y demostración de los niveles de conocimiento adquirido se puede demostrar haciendo uso de diferentes medios, más

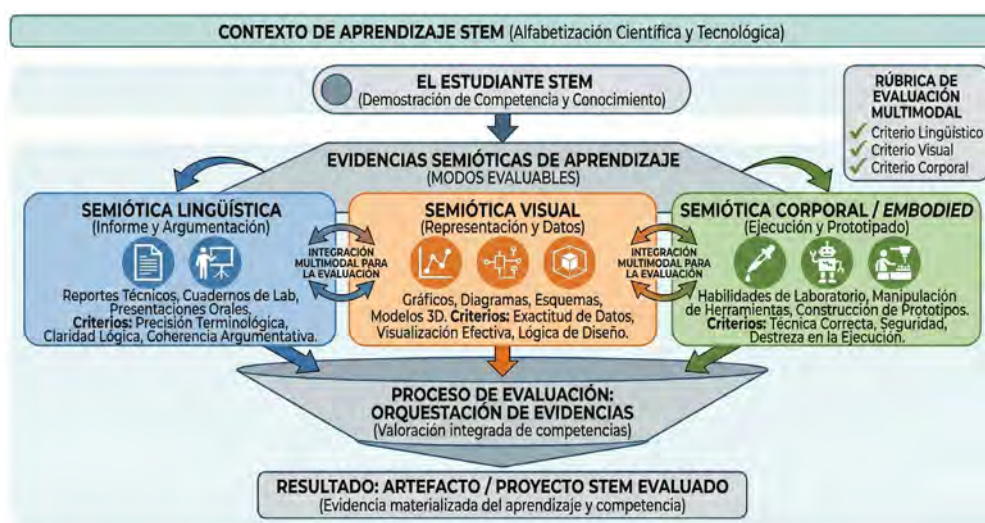
allá del examen escrito, teniendo en cuenta que la parte visual opera de manera distinta frente a lo escrito o lo interactivo. Por eso, si se considera una única escala para todas las mediciones, se generan sesgos de raíz. Por otra parte, al adaptar los criterios se evalúa de una manera más justa. No obstante, este modelo exige repensar roles docentes. No basta calificar; hay que guiar constantemente.

La noción de evaluación multimodal parte principalmente del trabajo de Gunther Kress, basado en la semiótica social. Desde su perspectiva, el significado no depende únicamente del lenguaje verbal o escrito, sino que se construye mediante la integración de diferentes recursos expresivos y sistemas simbólicos.

Evaluar con múltiples formatos permite demostrar el conocimiento, no solo por medio de líneas lineales, sino también mediante mapas visuales o gráficos explicativos, lo cual activa procesos mentales diversos, en casos de evaluaciones integrales, que suelen ser más complejas en comparación con la redacción tradicional. Este método integra a todo tipo de estudiantes, respeta los distintos estilos de comprensión y ofrece oportunidad a quienes tienen dificultades con lectura o escritura convencional para expresar sus competencias usando recursos como dibujos, audio u otros medios precisos y válidos (Figura 21).

Figura 21

Esquema visual: la multimodalidad según Gunther Kress



Al profundizar en el análisis de la comunicación y su relación directa con la multimodalidad, se hace evidente que esta dimensión se enfoca principalmente en los recursos

utilizados. Sin embargo, respecto al recorrido del contenido, aparece la transmedialidad. Partiendo de las ideas de Henry Jenkins (2014) e implementándolas en el aula, evaluar con un enfoque transmedia implica desarrollar relatos educativos distribuidos a través de múltiples canales interconectados. Esta forma de trabajo usa actividades prácticas hechas en grupo, donde se generan contenidos que circulan *online*.

Cada plataforma aporta un aspecto diferente al proceso de evaluación, destacando competencias esenciales como la colaboración, el manejo efectivo de herramientas digitales, la gestión responsable de la identidad en línea o la capacidad de adaptar el lenguaje dependiendo del interlocutor. En este tipo de evaluación es importante resaltar que no se considera únicamente una tarea aislada, sino el conjunto completo que refleja los conocimientos adquiridos (Figura 22).

Figura 22

*Evaluación transmedia en STEAM*



En la enseñanza STEAM, usar distintas evaluaciones es útil, ya que la ciencia o la ingeniería implican trabajo práctico. Sin embargo, lo que aprenden los estudiantes no debería basarse únicamente en memorizar fórmulas sin comprender su significado. Al diseñar el currículo, conviene definir objetivos centrados en la transducción, es decir, la conversión de conceptos entre formatos, una habilidad vinculada al pensamiento complejo.

Hasta este momento, uno de los principales retos es alinear la evaluación inicial con la final, especialmente cuando el aprendizaje ocurre en múltiples entornos digitales. Esta

dificultad se aborda mediante una práctica conocida como registro educativo constante, propia del enfoque transmedial. En el universo digital, cada paso queda registrado en la red, eso sirve después para revisar cómo se va generando el aprendizaje en cada uno de los actores. Las plataformas digitales tienen la opción de ofrecer retroalimentación rápida. Por ejemplo, anotaciones visibles para todo el grupo o íconos expresivos durante videollamadas. Los datos permiten al docente observar el progreso individual, revisando la frecuencia con que entregan actividades, participan en foros digitales o gestionan sus asignaciones incompletas. A pesar de no ser una evaluación única, un portafolio con distintos formatos muestra el avance desde la versión inicial hasta la final. En este caso, lo importante es analizar cómo el estudiante aplicó las observaciones durante la fase del proceso. Mientras tanto, se puede ver la evolución entre cada entrega gracias a los cambios que se introducen. Así queda claro si hubo mejora real o solo ajustes superficiales.

El examen final ahora no consiste tan solo en una evaluación casual, sino en observar si lo explicado por el alumno se relaciona de forma coherente. Por ejemplo, ¿Qué sucede cuando el video de *YouTube* difiere del texto, mientras que la simulación virtual respeta las normas del documento técnico? También es posible cuantificar el efecto real en personas, que ahora se mide con quién vino y hasta dónde estuvo presente. Si una iniciativa STEAM usaba el reciclaje para educar vecinos, su revisión incluye comentarios escritos cerca del lugar o formas espontáneas de ayudar, más allá de cifras simples. Así queda claro si lo dicho logró impacto o conectó con quienes estuvieron ahí (Figura 23).

Figura 23

*Esquema interactivo: razonamiento en entornos digitales y modos de expresión*



Uno de los principales obstáculos para la correcta implementación de la evaluación multimodal en el sistema educativo, principalmente desde secundaria hasta universidad, es la idea vaga que tenemos de que suele ser una evaluación menos rigurosa que los exámenes tradicionales y poco objetiva. Por ejemplo, no queda claro si calificar un vídeo de *TikTok* sobre física cuántica puede tener el mismo nivel que una prueba escrita tradicional. Por eso, se vuelve necesario repensar nociones como validez o consistencia desde perspectivas distintas, incluyendo el uso de ideas de la semiótica social junto con competencias digitales.

La fiabilidad mide cuán estable es una evaluación. Cuando importa mucho la creatividad, resulta difícil que dos profesores lleguen a la misma evaluación, por ello, el diseño de los instrumentos de evaluación es de vital importancia en este punto. Nuevamente, el punto central de la misma suelen ser las rúbricas detalladas y variadas, que se dividen en aspectos medibles mediante criterios específicos para reducir sesgos, evitando en la medida de lo posible el uso de modelos generales.

Además, la confiabilidad en entornos transmedia no se basa solo en un recurso único. Surge al cruzar datos provenientes de distintas plataformas. Cuando un alumno muestra dominio participando en discusiones por *Twitter*, además de presentar videos instructivos o redactar análisis personales, la coherencia entre estos formatos fortalece la validez del resultado académico. En entornos web, la confianza se refuerza mediante lo que muchos llaman evaluación colectiva. Aunque esto no sustituye opiniones expertas, interacciones sociales, como *me gusta* o interacciones con aporte, ayudan a medir cuán claro o útil resulta un contenido. Así, las respuestas del público ofrecen datos reales sobre cómo fue entendido el mensaje.

Bajo estos principios, las herramientas de evaluación revisadas anteriormente siguen siendo validas en escenarios digitales, siempre y cuando se realicen los ajustes que sean pertinentes para trasladarlas al mundo digital.

Como hemos visto, la evaluación en el mundo de aprendizaje digital combina diferentes elementos, mediante una triangulación adecuada de las evidencias es posible recrear el proceso de aprendizaje y la construcción individual del conocimiento, a la vez que se fomentan habilidades de comunicación e interacción, así como la recreación de escenarios que se acercan cada vez más a la realidad fuera del aula (Figura 24).

Figura 24

Constructo de aprendizaje verificado



Para reducir la brecha existente entre las ideas y su aplicación en la multimodalidad, se necesita una herramienta nueva de valoración. Por ello se sugiere desarrollar una rúbrica enfocada en ecología mediática. Esta rúbrica difiere de la rúbrica en el sentido clásico debido al tratamiento que propone para el error, prioriza cómo se logra la comunicación a través de medios digitales en lugar de castigar las fallas, centrándose en observar si el mensaje funciona. Por ello, no sigue el modelo tradicional, sino uno más práctico. Lo importante es entender el contenido y lograr la correcta transmisión de la información, no solo acertar en la aplicación de los conceptos (Tabla 6).

Tabla 6

Rúbrica enfocada en ecología mediática

Criterio / Nivel	Emergente (1)	En Desarrollo (2)	Competente (3)	Maestría Transmedia (4)
Coherencia Narrativa	La historia se fragmenta sin conexión lógica entre plataformas.	Hay conexión temática, pero el tono varía erráticamente entre medios.	La narrativa fluye lógicamente entre plataformas; el tono se adapta, pero mantiene identidad.	Existe una narrativa unificada y expansiva; cada medio aporta información única que enriquece el todo (no redundante).
Uso de Recursos Semióticos	Uso decorativo de imágenes o audio sin aportar significado.	Los recursos visuales apoyan el texto, pero son secundarios o redundantes.	Integración efectiva de texto, imagen y audio. Cada modo lleva carga informativa.	Sinergia multimodal: el significado se construye en la interacción de modos (lo que dice la imagen no lo dice el texto, se complementan).

**Tabla 6**  
*Rúbrica enfocada en ecología mediática*

<b>Criterio / Nivel</b>	<b>Emergente (1)</b>	<b>En Desarrollo (2)</b>	<b>Competente (3)</b>	<b>Maestría Transmedia (4)</b>
Interactividad y Redes	El trabajo es unidireccional; no invita a la participación.	Interactividad básica (botones, enlaces). Poca respuesta a la audiencia.	Diseño que fomenta la participación; enlaces funcionales y respuesta a comentarios.	Creación de comunidad; el estudiante gestiona debates complejos y co-crea conocimiento con la audiencia externa.
Rigor Disciplinar (STEAM)	Conceptos científicos erróneos o superficiales. Prioriza la estética sobre la verdad.	Conceptos correctos pero simplificados excesivamente para el formato.	Equilibrio adecuado entre rigor científico y accesibilidad del formato.	Traducción magistral de conceptos complejos a formatos accesibles sin perder exactitud científica.

Para evaluar lo anterior vale la pena considerar el *ecosistema digital del estudiante*, que se compone de todos aquellos elementos que se han desglosando anteriormente, y se muestran simplificados en la Figura 25.

**Figura 25**  
*Ecosistema digital del estudiante*



La transición hacia evaluaciones diversas, y con una gama de tecnologías, como las digitales, no solamente afecta el escenario visual, sino que permite una conexión más profunda con aspectos clave del pensamiento y el interés personal. Cuando las formas de evaluar coinciden con cómo los alumnos se expresan y comparten ideas, surgen avances

reales en el aprendizaje. La teoría de la Codificación dual o de la Doble codificación (Alan Paivio, 1991) menciona que las personas entendemos lo que aprendemos a través de dos vías distintas, la primera de ellas relacionada con palabras y la complementaria con imágenes. Al combinar texto con gráficos o vídeos en un examen, se estimulan esos dos caminos al mismo tiempo; esto ayuda a recordar mejor.

En el contexto del aprendizaje situado, cuando se promueven escenarios que permiten al estudiante vincular la teoría con entornos prácticos mediante el uso de simulaciones o tareas colaborativas en línea, la evaluación trasciende los límites del conocimiento artificial. En vez de repetir contenidos para memorizarlos, el alumno aplica los conocimientos adquiridos para superar desafíos dentro de contextos específicos. Como resultado, recuerda mejor la información durante más tiempo; además, le resulta más sencillo aplicarla después en escenarios distintos.

El desarrollo de proyectos transmedia implica tomar decisiones que exigen mucha atención mental. Por ejemplo, elegir dónde publicar cierto contenido puede cambiar su impacto. A veces hay que explicar datos complicados con palabras sencillas, sin distorsionarlos. También surge la necesidad de contestar opiniones negativas en internet, lo cual requiere calma y estrategia. Este tipo de tareas fortalecen la capacidad de analizar situaciones difíciles y encontrar salidas prácticas. En vez de solo recibir información, ahora el alumno participa activamente, interpreta mensajes, cuestiona fuentes y genera contenidos propios bien fundamentados usando distintos medios.

La creación de un puente que permita reconocer las formas de expresión que los jóvenes emplean fuera de clase, como vídeos cortos o memes, contribuye a cerrar la brecha que suele producirse entre el entorno escolar y su día a día. Así, surge un mayor interés por aprender sin presión externa. Al sentir que sus ideas cuentan, participan con más confianza. Las tareas entonces se vuelven espacios para mostrar iniciativa y originalidad, en lugar de situaciones estresantes (Figura 26).

Figura 26

Comparativa de desarrollo de competencias: evaluación tradicional vs. transmedia



A pesar de las ventajas que supone este modelo, su implementación requiere cambios estructurales y sociales, que suelen venir acompañados de dificultades administrativas y de organización, así como resistencia por parte del profesorado. Lo más complicado tiene que ver con la cultura. La educación usual funciona con un enfoque de control. Tradicionalmente, evaluar sirve para detectar fallos y ordenar a los alumnos. Al cambiar el enfoque de evaluación a un formato híbrido se necesita un criterio centrado en aprender mientras se hace. Eso implica que tanto el profesorado como los y líderes escolares renuncien al nivel de control que tradicionalmente se ejerce. Al aplicar una prueba escrita, quien enseña define qué se pregunta y cuál es la solución correcta.

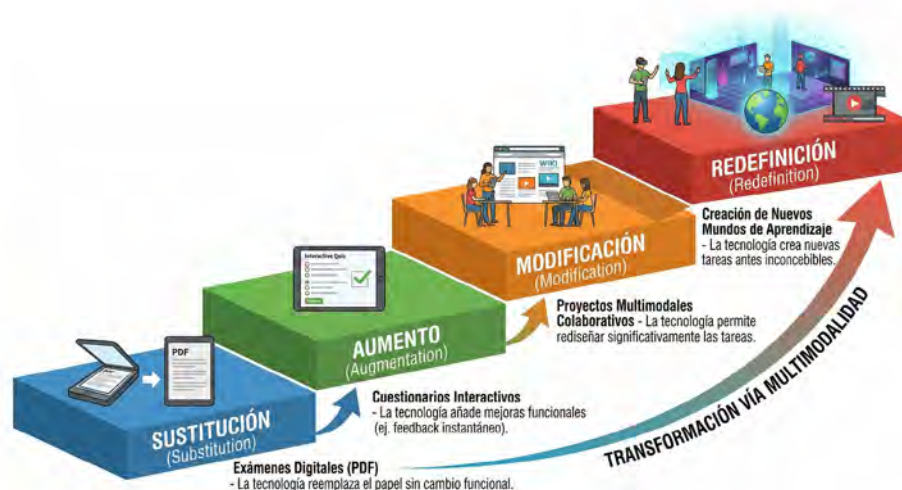
Sin embargo, cuando la revisión corresponde a un trabajo multimodal en el que se permite cierto grado de libertad al estudiantado, entonces quienes aprenden pueden elegir caminos no previstos. Por ello es importante tener tolerancia a los escenarios no previstos de manera inicial, valorar cómo se crea algo más que cumplir normas preestablecidas y todo ello desafía fuertemente al rol clásico del docente. Por otra parte, el desarrollo de la educación y la evaluación transmedia requiere que se considere el acceso desigual a la tecnología.

El acceso a las tecnologías no solamente es importante desde el punto de vista del estudiantado, muchos profesores provienen de una generación con menos habilidades digitales, mientras que sus estudiantes crecieron rodeados de tecnología. Algunos docentes dudan al evaluar contenidos como publicaciones en redes o entornos virtuales por desco-

nocimiento práctico. Esta brecha suele provocar desconfianza frente a formatos nuevos. Se requiere formación constante, no solo para manejar aplicaciones, sino también para interpretar lenguajes propios del ámbito online, logrando con ello una evaluación justa y de calidad (Figura 27).

**Figura 27**

*El modelo SAMR aplicado a la evaluación: de la digitalización a la redefinición multimodal*



Al igual que las metodologías y herramientas que se han revisado a lo largo de las diferentes secciones, la educación multimodal y la evaluación transmedia cuenta con principios básicos que la fundamentan, sin embargo, su uso práctico cambia dependiendo del nivel escolar en el cual se aplique.

## CONCLUSIONES

Evaluar con distintos formatos y medios es clave hoy en la educación. La gamificación, que se puede implementar en el aula por medio del uso de textos, sonidos, imágenes o elementos interactivos en entornos digitales permite entender más acerca del aprendizaje real, además, ayuda a las personas a desenvolverse en un contexto lleno de información multimedia.

Esta perspectiva permite ver más allá de la evaluación, que ya no se considera como un elemento puntual o separado del proceso de aprendizaje, sino que se convierte en un proceso constante, interactivo y contextualizado. Aunque existen obstáculos, como la bre-

cha digital o la formación del profesorado, que suelen ser bastante grandes, no se puede negar su capacidad para impulsar un aprendizaje más significativo, realista y estimulante. Emplear rúbricas adaptables, destacar la traducción entre signos y tomar en cuenta la identidad *online* del alumno marcan el inicio de una enseñanza realmente integral. Como facilitadores, el reto consiste en guiar a los estudiantes para la generación de contenidos que demuestren la aplicación de los conocimientos curriculares, a partir de la pregunta: “¿Qué fuiste capaz de crear, comunicar y transformar con lo que aprendiste?” (Figura 28).

Figura 28

Principales retos en evaluación transmedia y multimodal



En la siguiente sección se revisarán ejemplos de casos de éxito de aplicación de la metodología STEAM, esperando que con este escenario se permita al lector contar con antecedentes que sean de utilidad para generar procesos innovadores e implementar dicha metodología dentro y fuera de sus aulas.

# CAPÍTULO 8.

## ESTUDIOS DE CASO EN EVALUACIÓN DE APRENDIZAJES STEAM



### INTRODUCCIÓN

La evaluación de aprendizajes en el contexto de las metodologías STEAM representa un campo en constante evolución, que desafía los paradigmas convencionales de medición educativa. Estas metodologías integradoras promueven no solamente la adquisición de conocimientos disciplinares, sino también el desarrollo de habilidades transversales como el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución colaborativa de problemas. Por ello, la evaluación debe adaptarse para capturar, tanto los procesos como los productos del aprendizaje, incorporando enfoques más holísticos y formativos que permitan evidenciar el despliegue de competencias complejas en contextos reales de aplicación.

Los estudios de caso adquieren relevancia como herramientas metodológicas para examinar y comprender cómo se implementan y evalúan las prácticas STEAM en diferentes entornos educativos. Al analizar experiencias concretas, es posible identificar variables contextuales, estrategias didácticas y técnicas evaluativas que influyen en la efectividad del aprendizaje. Por otra parte, contar con antecedentes reportados permite visibilizar la diversidad de modelos y enfoques que se emplean a nivel nacional e internacional, evidenciando los desafíos y las oportunidades presentes en sistemas educativos con distintas características socioculturales y de recursos.

Antes de revisar los algunos de los avances presentes en la literatura, es importante recordar que la integración de la evaluación en la enseñanza STEAM trasciende la mera calificación tradicional, que se centra en un valor numérico, enfocándose en procesos de retroalimentación continua que fomentan la metacognición y el autoaprendizaje. Al aplicar de manera correcta este enfoque se promueve la participación activa del estudiante y la colaboración entre pares.

Sin embargo surge la necesidad del diseño de instrumentos flexibles y multisensoriales para validar diferentes formas de expresión y demostración del conocimiento. Así, el desarrollo de estudios de caso en esta área no solo contribuye al avance teórico, sino que también facilita la transferencia de innovación docente a través de experiencias replicables o adaptables a otros contextos educativos.

Por último, la evaluación en STEAM está estrechamente ligada a la exigencia de formar personas con habilidades sociales, emocionales y de empatía, además de los conocimientos técnicos que provienen de la educación tradicional, convirtiendo a los estudiantes en personas capaces de afrontar los retos socioambientales actuales mediante una educación integral. Esto implica un cambio paradigmático en la valoración del aprendizaje, donde la multidimensionalidad y la interdisciplinariedad son principios rectores. En consecuencia, la recopilación y análisis crítico de estudios de caso ofrecen una base sólida para diseñar mejores prácticas evaluativas que respondan a esta complejidad pedagógica y social, que puedan ser escalables en diferentes escenarios.

## CASOS NACIONALES E INTERNACIONALES

La evaluación de aprendizajes en metodologías STEAM en México y a nivel internacional ha sido objeto de múltiples estudios de caso que reflejan la diversidad y complejidad de su aplicación en diferentes niveles educativos, desde la educación básica hasta posgrado. En el contexto nacional mexicano, diferentes organizaciones, como el *Movimiento STEAM*, han impulsado proyectos que involucran a más de 60,000 estudiantes a través de actividades interdisciplinarias que integran ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, logrando mejoras medibles en habilidades colaborativas y creativas especialmente en primaria y secundaria (Morillo Ramírez et al., 2025).

Por mencionar un caso específico, en Tlaxcala, México, se llevó a cabo el diseño y aplicación de olimpiadas STEAM adaptadas al currículo local de educación básica, donde

la evaluación formativa cualitativa destacó el fortalecimiento en habilidades blandas y pensamiento crítico mediante rúbricas contextualizadas (Flores Vázquez et al., 2024).

De manera paralela, en Monterrey, México, el proyecto denominado *STEAM+h* centrado en quinto grado de primaria, combinó valores y humanidades con ciencias exactas, validando el crecimiento académico y personal de los alumnos a través de entrevistas y observaciones sistemáticas (Domínguez Saldívar & Vázquez Castelán, 2025).

En un marco más amplio, los proyectos nacionales incluyen formatos multimodales y transmedia que incorporan plataformas digitales, arte colaborativo y realidad aumentada para evaluar el aprendizaje en contextos diversos. Por ejemplo, en el estudio titulado *Análisis de discalculia dentro de unidades fiscomisionales*, se combinaron métodos transmedia con actividades prácticas de STEAM que demostraron impacto positivo en el rendimiento matemático y habilidades socioemocionales (Ordóñez Valencia et al., 2025).

En otro caso de éxito a nivel secundaria, la implementación de cursos taller para docentes dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) utilizó rúbricas para evaluar la integración de arte y tecnología en la innovación pedagógica, mostrando mejores prácticas en contextos multimodales (Soto Calderón et al., 2022).

Estas experiencias son solo una pequeña muestra que respalda el hecho de que al menos el 40% de los proyectos nacionales en los últimos años adoptan enfoques multimodales o transmedia, lo que se refleja directamente en la mejora de competencias complejas y la transferencia de conocimientos (Ortiz Carranza et al., 2024).

Pasando a los escenarios actuales en la educación superior y el posgrado, también existen registros de los avances en la implementación, el desarrollo y la evaluación de aprendizajes STEAM. La revisión de la literatura de los últimos años presenta un amplio volumen de estudios bibliográficos recientes que muestran que las instituciones públicas mexicanas están promoviendo investigación enfocada en creatividad y pensamiento crítico a través del uso de tecnologías y metodologías innovadoras (Veytia Bucheli & Contreras Fuentes, 2025).

Tomando como ejemplo algunos proyectos, podemos mencionar un estudio de caso de aplicación de materias extracurriculares en Tlaxcala, México, donde los autores validaron la utilidad de rúbricas públicas en la retroalimentación continua, fortaleciendo la evaluación formativa en educación básica (Flores Vázquez & Luna Miranda, 2025). Asimismo, el desarrollo de importantes competencias transversales y habilidades prácticas han sido evaluadas

---

en iniciativas como el *Torneo Arukay de programación y animación en secundaria*, donde se emplearon pruebas estandarizadas y análisis cualitativos que evidenciaron impactos significativos en la capacidad de resolución de problemas (Grupo Educación, 2025).

A nivel internacional también existen publicaciones de toda índole en las cuales se han identificado múltiples casos que demuestran la efectividad de STEAM a lo largo de diferentes regiones y niveles educativos. Dentro de los más representativos, en China, el *TechArts Academy* para K-12 implementó proyectos basados en STEAM evaluados con instrumentos estandarizados evidenciando con ello un aumento del 25% en habilidades de resolución de problemas y logrando una integración efectiva del arte con las ciencias.

En Líbano, el proyecto *Architects of Resilience* dirigió la enseñanza STEAM hacia prácticas de arquitectura sostenible en secundaria, donde la evaluación de liderazgo estudiantil y el impacto comunitario formaron parte de sus indicadores principales. Proyectos en Nigeria enfocaron la purificación de agua mediante actividades STEAM multimodales para primaria, midiendo beneficios en salud pública y habilidades prácticas, subrayando la importancia de enfoques interdisciplinarios en contextos socioeconómicos desafiantes.

En Europa, iniciativas como *EuroSTEAM* implementaron campamentos interdisciplinarios para secundaria evaluados con criterios internacionales que mostraron mejoras significativas en matemáticas y habilidades integradas en países como Portugal e Italia. En universidades de Kazajistán, el uso de plataformas como *PhET* y *Khan Academy* dentro de un entorno STEAM multimodal mejoró notablemente el desempeño académico en ciencias exactas mediante proyectos colaborativos. Por último, en Ecuador, la ejecución de 127 proyectos piloto STEAM en educación básica, beneficiando a miles de estudiantes, demostró un aumento del 31% en creatividad y pensamiento crítico, gracias a colaboraciones entre el sector público y privado.

Esta breve revisión de la literatura resalta la incorporación significativa de modalidades multimodales y transmedia en la evaluación de aprendizajes STEAM, tanto a nivel global como nacional, con un enfoque en la transferencia de competencias y el desarrollo de habilidades sociales y cognitivas complejas.

Aproximadamente el 40% de los proyectos estudiados utilizan enfoques que integran narrativa digital, realidad aumentada y plataformas interactivas, elementos que enriquecen la experiencia educativa y permiten una evaluación más dinámica y contextualizada. La di-

versidad de contextos geográficos y niveles educativos evidencia que la evaluación STEAM adapta sus instrumentos según necesidades específicas, impulsando una educación integral y multimodal que articula innovación, inclusión y pertinencia social. La Tabla 7 que incluye más ejemplos y las características principales de cada uno de ellos.

**Tabla 7**  
*Ejemplos y características principales de proyectos STEAM*

Estudio	Autores	Año	País	Proyecto	Resultados	Limitaciones
STEAM en Matemáticas Primaria	López et al.	2024	México	Aula primaria con robótica y arte (presencial)	+35% en comprensión conceptual vía portafolios	Recursos limitados en escuelas públicas; capacitación docente insuficiente
Realidad Aumentada Secundaria	García Hernández	2025	México	Proyecto transmedia historia-ciencia en aula (digital)	Mejora 42% compromiso y retención conocimiento	Dependencia dispositivos móviles; brecha digital rural
Bioarte en Universidad	Mendoza Ramírez	2024	México	Taller laboratorio universidad biología-arte (híbrido)	Desarrollo de competencias interdisciplinarias en 45 estudiantes	Costos materiales elevados; evaluación subjetiva
STEAM Física Preescolar	Torres Sánchez	2023	México	Experimentos sensoriales aula inicial (presencial)	Avance de motricidad fina y razonamiento 29%	Muestra pequeña (n=25); falta control grupo
Programación Artesanal Bachillerato	Rivera López	2025	México	Coding + diseño gráfico aula media superior (digital)	Aumento del 28% en habilidades computacionales multimodal	Acceso internet variable; género subrepresentado
Eco-Diseño Aula Primaria	Chen & Li	2024	China	Sostenibilidad STEAM con prototipos (presencial)	Reducción desperdicio 22%; conciencia ambiental	Contexto urbano; no adaptable a zonas rurales
Matemáticas Narrativas Secundaria	Müller et al.	2025	Alemania	Transmedia cuentos matemáticos aula (digital)	Mejora resolución problemas 37%	Idioma específico; escalabilidad cultural baja
Ingeniería Sonora Universidad	Patel Singh	2024	India	Acústica + música laboratorio superior (híbrido)	Innovación mediante prototipos, desarrollo de patentes estudiantiles	Infraestructura laboratorio requerida; deserción técnica

**Tabla 7**  
*Ejemplos y características principales de proyectos STEAM*

Estudio	Autores	Año	País	Proyecto	Resultados	Limitaciones
Astronomía Artística Primaria	Dubois Laurent	2023	Francia	Observatorios virtuales + dibujo aula (digital)	Aumento del 40% en vocabulario científico-creativo	Clima afectó sesiones presenciales; datos autorreportados
Química Dramática Secundaria	Kim & Park	2025	Corea del Sur	Teatro molecular experimentos aula (presencial)	Mejora en la retención de fórmulas 45% vía performance	Tiempo escénico reduce contenido teórico; grupo control ausente
Robótica Inclusiva Prepa	Ortega Castillo	2024	México	STEAM adaptado diversidad aula media superior (híbrido)	Inclusión superior al 33% y participación de estudiantes con NEE	Formación especializada docentes escasa
Nanotecnología Visual Bachillerato	Svensson	2025	Suecia	Microscopía + animación 3D aula (digital)	Mejora en la comprensión de 39% según las escalas	Software costoso; curva aprendizaje alto

De acuerdo con lo anterior, podemos decir que existe un catálogo amplio de antecedentes del desarrollo de la metodología STEAM desde países de primer mundo hasta escenarios locales, que permiten la transversalidad de los conocimientos en contextos variados, adaptándose al nivel educativo, los recursos tecnológicos y el currículo. Para poder enfrentar estos desafíos es importante adentrarnos en propuestas científicas que han reportado diferentes técnicas y herramientas para implementar este tipo de proyectos, evitando caer en errores que previamente han sido estudiados.

## CASOS DE INNOVACIÓN DOCENTE Y TRANSFERENCIA

Los avances educativos han traído consigo la innovación docente en metodologías STEAM, que ha experimentado un auge significativo en los últimos años, y se ve reflejada en mayor nivel en el énfasis de la transferencia de prácticas exitosas hacia instituciones educativas diversas, fomentando alianzas intersectoriales que amplifican el impacto social. En México, el *Movimiento STEAM* ha liderado esta transformación mediante capacitaciones a más de 32,000 docentes desde 2019, integrando alianzas del sector público con la iniciativa privada, incluyendo actores como el Consejo Coordinador Empresarial y *The Software Alliance*. La generación de estas alianzas ha sido clave para permitir la implementación de proyectos

en aulas de primaria y secundaria que mejoran las competencias socioemocionales y colaborativas en contextos vulnerables (Morillo Ramírez, 2025).

Un ejemplo paradigmático es la conferencia *Educación STEAM: Principios y Metodologías en la Nueva Escuela Mexicana*, realizada en Guanajuato, México, donde 49 docentes de primarias federales reinventaron sus prácticas mediante talleres colaborativos, generando transferencia inmediata a aulas inclusivas con impacto en el desarrollo crítico de estudiantes).

A nivel global, la innovación docente se materializa siguiendo la misma línea de acción, a partir de los ecosistemas STEAM que priorizan alianzas con el sector privado para escalar proyectos educativos con alto impacto social. En Chile, el programa *Solve for Tomorrow* impulsó el proyecto *Agro-Detect*, donde estudiantes de secundaria tuvieron la oportunidad de colaborar con universidades y empresas agrícolas para desarrollar detectores de pesticidas, transfiriendo conocimientos de aulas a comunidades rurales y fortaleciendo empatía y prototipado real (Samsung, 2025).

De igual manera, el desarrollo de los *Territorios STEM+* de *Siemens Stiftung* en regiones latinoamericanas ha servido para la creación de redes de innovación colectiva, conectando al profesorado con industrias para transformar las aulas en laboratorios de sostenibilidad, teniendo resultados en más de 100 escuelas que han reportado mejoras en resolución de problemas locales. En regiones de primer mundo, como Europa, el enfoque *STEAM Learning Ecologies*, que se implementó en Macedonia del Norte es un ejemplo de la evolución desde visitas escolares a co-creaciones sostenidas con profesionales de salud y escuelas vocacionales, generando el puente para la transferencia de metodologías interdisciplinarias a docentes de primaria, logrando con ello una mejora en la motivación estudiantil cercana al 40% (Bisogni, 2025).

Estos casos, destaca la necesidad y el impacto de la generación de alianzas como un catalizador de transferencia, especialmente en escenarios multimodales que combinan entornos presenciales y digitales. En Latinoamérica, podemos encontrar diversos ejemplos. En Ecuador, la colaboración entre el Ministerio de Educación, universidades y empresas como Parque Tecnológico Machángara implementó 127 proyectos piloto STEAM en educación básica, mismos que beneficiaron a más de 18,500 estudiantes, a partir de la innovación docente que integró arte y tecnología para resolver conflictos comunitarios (Ministerio de Educación, 2024).

De manera recurrente, organizaciones internacionales como *eTwinning* facilitan *hackathons* transfronterizos donde docentes españoles y polacos co-diseñan prototipos de ciudades sostenibles con estudiantes, transfiriendo prácticas innovadoras a más de 50 aulas europeas y fomentando la participación activa, la ciudadanía global y la equidad (STEAMbrace Project, 2025).

En India, el programa de vinculación *STEAM for Social Good* permitió la interacción entre preuniversitarios con empresas para alinear proyectos con ODS, demostrando cómo la innovación docente genera impacto social medible en narrativas audiovisuales y diseño inclusivo (Manikutty et al., 2022).

La revisión sistemática de literatura revela que el 92% de las iniciativas implementadas a partir de 2023 enfatizan alianzas con los actores del sector privado para maximizar la transferencia de tecnología, adaptándose a los contextos desde preescolar hasta posgrado. En lugares como Venezuela, la adaptación STEAM en entornos vulnerables por docentes capacitados generó estrategias contextualizadas con apoyo comunitario, mejorando la inclusión en aulas de educación básica (Castillo-Castillo, 2025).

Estas prácticas no solo elevan las competencias STEAM, sino que también posicionan a los docentes como agentes de cambio social, mediante el uso de evaluaciones que confirman sostenibilidad a largo plazo mediante retroalimentación continua. En la Tabla 8 se resumen algunos otros proyectos exitosos en las áreas de STEM, que ejemplifican aplicaciones prácticas de las metodologías previamente revisadas

**Tabla 8**

*Mapeo de Alianzas Estratégicas para el Fomento de la Educación STEAM en México*

<b>Estudio</b>	<b>Autores/ Año</b>	<b>País</b>	<b>Tipo Alianza</b>	<b>Nivel Educativo</b>	<b>Resultados Principales</b>	<b>Limitaciones</b>
Cisco Networking Academy STEAM	Cisco México (2024)	México	Cisco + SEP + Universidades	Secundaria-Bachillerato	15,000 estudiantes certificados; Aumento de la empleabilidad tech vía laboratorios digitales	Cobertura solo zonas urbanas; dependencia licencias <i>software</i>

Tabla 8

Mapeo de Alianzas Estratégicas para el Fomento de la Educación STEAM en México

Estudio	Autores/ Año	País	Tipo Alianza	Nivel Educativo	Resultados Principales	Limitaciones
Microsoft Education México	Microsoft + CONACYT (2025)	México	Microsoft + Gobierno + Escuelas Públicas	Primaria-Secundaria	Azure AI en más de 200 aulas, pensamiento computacional multimodal	Brecha digital rural; capacitación docente insuficiente
IBM SkillsBuild STEAM	IBM + Movimiento STEM (2024)	México	IBM + Privados + Escuelas Básicas	Primaria	Habilidades digitales en una población de 10,000 niños; prototipos IA social +27%	Evaluación autoreportada; sostenibilidad postfinanciamiento
Google for Education México	Google + Fundación Telefónica (2025)	México	Google + Privados + Primarias Públicas	Primaria	Chromebooks + STEAM en 500 escuelas. Aumento de la creatividad superior al 30%	Infraestructura eléctrica deficiente en indígenas
Intel Teach México	Intel + Secretaría Educación (2023)	México	Intel + Gobierno + Docentes	Todos niveles	Más de 25,000 docentes capacitados en integración robótica	Actualización contenidos obsoleta; género desbalanceado
Huawei Seeds for Future Latam	Huawei + MINEDU (2025)	Perú	Huawei + Gobierno + Universidades	Universidad	Redes 5G STEAM. Investigación aplicada 2,000 estudiantes	Foco técnico excluye artes; costos hardware elevados
Oracle Academy México	Oracle + Universidades Públicas (2024)	México	Oracle + Académicas Privados	Universidad y Posgrado	Bases de datos STEAM. Implementación superior al 25% de proyectos empresariales reales	Acceso a plataformas restringido. Curva de aprendizaje alta
AT&T Aspire STEAM	AT&T + ONGs Educativas (2025)	México	AT&T + Sector Privado + Básica	Primaria-Secundaria	Conectividad + STEAM rural. Inclusión digital superior al 40%	Medición impacto largo plazo ausente; zonas remotas

Tabla 8

Mapeo de Alianzas Estratégicas para el Fomento de la Educación STEAM en México

Estudio	Autores/ Año	País	Tipo Alianza	Nivel Educativo	Resultados Principales	Limitaciones
SAP Digital Skills México	SAP + CONCAMIN (2024)	México	SAP + Industria + Escuelas Técnicas	Bachillerato	ERP en STEAM; competencias laborales +33%	Enfoque corporativo limita creatividad artística
Ericsson Education México	Ericsson + IFTTT (2025)	México	Ericsson + Tech + Secundarias	Secundaria	IoT STEAM sostenible; prototipos comunidad +36%	Dependencia kits importados; mantenimiento post-proyecto
Nokia Learning México	Nokia + SEP (2024)	México	Nokia + Gobierno + Primarias	Primaria	Redes móviles STEAM; conectividad rural +28%	Contenidos no localizados culturalmente; muestra piloto

La tabla muestra que la transferencia efectiva de innovación docente hacia aulas reales cuenta con impactos medibles en competencias digitales, empleabilidad y sostenibilidad social (Cisco México, 2024; Microsoft, 2025). Estas colaboraciones con gigantes tecnológicos como *Cisco*, *Microsoft*, *IBM* y *Huawei* no solo proporcionan infraestructura y capacitación, sino que también generan prototipos aplicables a problemas comunitarios, elevan la inclusión digital en contextos vulnerables y pueden abarcar una diversidad de niveles educativos, tanto en forma presencial como en modalidades híbridas, superando limitaciones comunes como la brecha digital mediante financiamiento compartido y mentorías empresariales (Intel, 2023; Nokia, 2024).

Estos ejemplos confirman que la innovación docente en STEAM trasciende las aulas cuando se articula con el sector privado, fomentando una educación transformadora alineada con los ODS. Así, las alianzas entre los diferentes sectores representan el puente esencial entre teoría pedagógica y aplicación práctica, preparando al estudiantado para desafíos globales mediante prácticas STEAM contextualizadas y de alto impacto social.

## LECCIONES APRENDIDAS

En esta sección, surgen algunos puntos clave que vale la pena resaltar, los casos de éxito dentro y fuera del país nos remiten a un escenario complejo. Por un lado, queda claro que valorar el progreso durante el proceso, con el ajuste necesario para el contexto y el grupo

escolar, ayuda a calificar de mejor manera todo el abanico de las competencias en STEAM, no solo desde el punto de vista de los resultados académicos, sino también desde el enfoque de la creatividad y el análisis lógico (Morillo Ramírez et al., 2025). Si, además, la implementación de proyectos se da en escenarios multimodales, la evaluación integral con trabajos en escenarios diversos, como tecnológicos, artísticos o grupales, permite profundizar aún más en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, para poder alcanzar estos niveles también es necesario que los profesores dominen técnicas modernas de evaluación (Ordóñez Valencia et al., 2025).

Otro de los aprendizajes que nos deja esta revisión es el hecho de que en la época actual las colaboraciones entre el sector público y privado ya no son un lujo, sino un punto clave para impulsar avances concretos, siendo uno de los pilares fundamentales para este fin el hecho de que facilitan el acceso a recursos técnicos en las escuelas, que de otra manera se ven limitadas por la infraestructura disponible, mientras que el profesorado aporta desde su área de especialidad a través de estrategias pedagógicas renovadas. Esta metodología de trabajo conjunto ha demostrado su aplicabilidad y replicabilidad en escenarios reales, permitiendo cerrar la brecha al conectar los temas académicos con situaciones del entorno. Además, mejora el acceso justo a la educación. Sin embargo, para que el proyecto llegue a buenos resultados es necesaria la supervisión constante debido a posibles riesgos de externalización tecnológica o problemas de la comunicación interinstitucional.

Por otro lado, integrar actores locales junto con un diseño sensible al contexto refuerza la identificación grupal y responsabilidad colectiva hacia iniciativas STEAM, abriendo vías para articular conocimientos escolares con transformaciones comunitarias.

Desde el punto de vista de la evaluación, a partir de la revisión de literatura y las experiencias previas, se evidencia la necesidad de realizar evaluaciones integrales, que incluyan el uso de datos numéricos junto a observaciones descriptivas, en complemento con un monitoreo prolongado para confirmar los efectos duraderos de las iniciativas STEAM. Por último, a pesar del avance logrado, aún se presentan oportunidades de mejora, por ejemplo, la falta de instrumentos comunes ajustados a distintos formatos pedagógicos, así como la capacitación constante del personal docente frente a nuevas herramientas digitales y estrategias didácticas (Flores Vázquez et al., 2024). Podemos concluir señalando que cada cambio en los paradigmas de enseñanza exige marcos institucionales adaptables y trabajo conjunto entre actores educativos ante los retos del sistema actual.

## CONCLUSIONES

Para cerrar esta sección, se concluye que la revisión de los diversos estudios de caso permite afirmar que la evaluación en metodologías STEAM no puede limitarse a la asignación de valores numéricos tradicionales, sino que, por el contrario, exige la adopción de enfoques multimodales y holísticos que capturen la complejidad del aprendizaje interdisciplinario. Esperamos que este documento sirva al lector como un referente práctico que contribuya al avance para que docentes y directivos se atrevan a implementar instrumentos flexibles, como las narrativas transmedia, los portafolios digitales y las rúbricas de proceso, los cuales han demostrado ser eficaces para evidenciar, no solo el dominio técnico, sino también el desarrollo de competencias transversales críticas como la creatividad, la empatía y la resolución colaborativa de problemas en contextos reales.

Por otro lado, se enfatiza en la importancia estratégica de trascender el aula aislada. El escenario actual y las evidencias apuntan a que las alianzas intersectoriales entre el ámbito público, privado y académico son el motor indispensable para garantizar la transferencia de innovación y el acceso a recursos tecnológicos, especialmente en entornos vulnerables. Se sugiere encarecidamente al lector priorizar la formación docente continua y el diseño de evaluaciones sensibles al contexto cultural, entendiendo que el éxito de los proyectos STEAM radica en su capacidad para conectar el currículo con desafíos socioambientales tangibles. Así, la evaluación se reconfigura, no como un fin crítico, sino como un mecanismo de retroalimentación vital para construir una educación más inclusiva, equitativa y pertinente para el futuro.

# REFERENCIAS

- AT&T Aspire (2025). *Informe de sostenibilidad y educación: Alianzas con ONGs para el desarrollo de competencias STEAM en comunidades rurales*. Sala de Prensa AT&T.
- Bisogni, A. R. (2025). *From school visits to co-creation: STEAM learning ecologies*. European Summit for STEAM Educators. [https://ease-educators.com/summit\\_transcriptions/european\\_summit\\_bisogni.pdf](https://ease-educators.com/summit_transcriptions/european_summit_bisogni.pdf)
- Boletín de la Computación. (2024, 14 de junio). *Intel acelera México con IA a través de iniciativas con universidades*. Página web oficial de boletin.mx. <https://boletin.mx/2024/06/14/intel-acelera-mexico-con-ia-a-traves-de-iniciativas-con-universidades/>
- Camacho-Navarro, A. (2018). El docente como agente implicado en la creación de Comunidades Virtuales de Aprendizaje. *Revista en Ciencias Sociales y Humanidades Apoyadas por Tecnologías*, 7(14), 56-67.
- Camacho-Navarro, A. (2025). *Docencia en la era digital: mediaciones éticas y pedagógicas en tiempos de IA*. Dykinson.
- Camacho-Navarro, A., & Salinas-García, R. J. (2020). Formación en competencias digitales: un diagnóstico que da voz a los estudiantes de psicopedagogía. *RiITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (9). <https://doi.org/10.6018/riite.418331>
- Camacho-Navarro, A., & Salinas-García, R. J. (2022). Estrategia basada en la evaluación auténtica para el desarrollo de competencias digitales en la formación inicial docente. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1126>
- Camacho-Navarro, A., & Salinas-García, R. J. (2023). Interacción y colaboración en entornos virtuales en el marco del aprendizaje situado y evaluación auténtica. En T. Ordaz Guzmán, B. Zempoalteca Durán & T. Guzmán Flores (Coords.), *Perspectivas, experiencias y retos en educación multimodal* (pp. 19–42). Editorial Fontamara / Universidad Autónoma de Querétaro.

- Camacho-Navarro, A., & Rodríguez-Sánchez, J. de J. (2025). Análisis de la competencia digital autopercebida en docentes de educación superior. En M. Montenegro-Rueda, J. Fernández-Cerero, M. Miravete-Gracia y V. Fernández-Scagliusi (Eds.), *Docencia en la era digital: experiencias, retos e innovación* (pp. 86–95). Dykinson. <https://doi.org/10.14679/4027>
- Castañeda, L., Victoria I., Scherer Bassani, P. ., Camacho, A., Forero, X., & Pérez, L. (2023). Tareas académicas para promover el PLE en educación superior: perspectivas internacionales sobre diseño educativo y agencia. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(71). <https://doi.org/10.6018/red.526541>
- Castillo-Castillo, M. (2025). Adaptación y aplicación de la metodología STEAM en entornos educativos con recursos limitados. *Episteme Koinonia, Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, VIII(16), 437-459. <https://doi.org/10.35381/e.k.v8i16.4641>
- Cisco Networking Academy. (2024, 11 de septiembre). *Cisco Networking Academy forma a un millón de estudiantes en México*. Página web oficial de Cisco Systems, Inc. <https://news-blogs.cisco.com/americas/2024/09/11/cisco-networking-academy-forma-a-un-millon-de-estudiantes-en-mexico/>
- Cisco Systems México. (2024). *Índice de madurez digital México 2024: Impulsando la transformación digital, la empleabilidad y la sostenibilidad social*. Cisco Systems, Inc.
- Coll, C. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación. En C. Coll, J. Palacios, & A. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación* (Vol. 3, pp. 625–652). Alianza Editorial.
- Coll, C. (2009). *Aprender y enseñar en la era digital*. Fundación Santillana.
- Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J. (2008). Los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje y el desarrollo de las competencias. *Revista de Educación*, 346, 383–414.
- Domínguez Saldívar, A., & Vázquez Castelán, A. C. (2025). Potenciando el futuro: STEAM+h en la nueva escuela mexicana, un aprendizaje transformador. *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1–25. <https://doi.org/10.31637/ep-sir-2025-575>
- Ericsson México. (2025). *Ericsson Digital Labs: Resultados de la implementación de IoT y prototipado en educación secundaria mexicana*. Ericsson Sustainability Reports.
- Flores Vázquez, M., Luna Miranda, A. B., & Flores Gutiérrez, D. I. (2024). Integración de la Metodología STEAM en la Educación Básica a través de Olimpiadas: Un Estudio de Caso en Tlaxcala, México. En *Congreso Internacional de Educación - Evaluación 2024*. Universidad Autónoma de Tlaxcala. <https://cie.uatx.mx/debates-en-evaluacion-y-curriculum/pdf2024/A292.pdf>

- Flores Vázquez, M., & Luna Miranda, A. B. (2025). Evaluación formativa en contextos STEAM: una experiencia desde la educación básica estatal (Ponencia D139). En *Debates en evaluación y currículum: Congreso Internacional de Educación Currículum 2025* (pp. 1413–1423). Centro de Investigación Educativa, Universidad Autónoma de Tlaxcala. <https://cie.uatx.mx/debates-en-evaluacion-y-curriculum/pdf2025/D139.pdf>
- Google for Education. (2025, 15 de octubre). *Impulsando una nueva era en la enseñanza y el aprendizaje con Google for Education*. Blog de Google. <https://blog.google/intl/es-419/actualizaciones-de-producto/informacion/nueva-era-en-la-ensenanza-google-for-education-mexico/blog.google>
- Grupo Educación. (2025, 26 de abril). *Red Aprende brilla en el Torneo Arukay Challenge: Future Innovators*. Página web oficial del Grupo Educación. <https://grupoeducacion.com/red-aprende-brilla-en-el-torneo-arukay-challenge-future-innovators/>
- Gulikers, J. T. M., Bastiaens, T. J., & Kirschner, P. A. (2004). A five-dimensional framework for authentic assessment. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 67–86.
- Gutiérrez Porlán, I., & Camacho Navarro, A. (2020). Recursos y herramientas para el diagnóstico, prevención e intervención contra el acoso escolar. En M. P. Prendes Espinosa & V. González Calatayud (Coords.), *Acoso y ciberacoso en la escuela: La vulnerabilidad de las personas con necesidades educativas especiales* (pp. 113–135). Octaedro.
- Herrington, J., & Oliver, R. (2000). An instructional design framework for authentic learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 48(3), 23–48. <https://doi.org/10.1007/BF02319856>
- Huawei. (2025). *Seeds for the Future México 2025: Convocatoria*. Página web oficial de Huawei Technologies Co., Ltd. <https://seedsforthefuture.com.mx/convocatoria.html>
- IBM Newsroom. (2023, 18 de septiembre). *IBM se compromete a capacitar a 2 millones de personas en inteligencia artificial en tres años, centrándose en comunidades subrepresentadas*. Comunicado de prensa de IBM. <https://latam.newsroom.ibm.com/2023-09-18-IBM-se-compromete-a-capacitar-a-2-millones-de-personas-en-inteligencia-artificial-en-tres-anos,-centrandose-en-comunidades-subrepresentadas>
- Intel Corporation. (2023). *Intel skills for innovation: Advancing digital inclusion and workforce readiness*. Intel.
- INTEF. (2017). *Marco común de competencia digital docente*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
- Jenkins, H. (2014). Transmedia storytelling and entertainment: An annotated syllabus. En A. McKee, C. Collis, & B. Hamley (Eds.), *Entertainment industries* (pp. 145–160). Routledge.

- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Manikutty, G., Sasidharan, S., & Rao, B. (2022). Driving innovation through project based learning: A pre-university STEAM for Social Good initiative. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2211.01998>
- Marín, V. I., Castañeda, L., Forero, X., Camacho, A., Scherer Bassani, P., & Pérez, L. (2025). Instructors' perspectives on personal learning environments in higher education: Unravelling the threads of assemblage, agency, and pedagogic frailty. *International Journal of Educational Research*, 132, 102629. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2025.102629>
- Merrill, M. D. (2012). *First principles of instruction*. John Wiley & Sons.
- Microsoft. (2025). *Microsoft Education K–12 accreditation 2025: Learning path*. Microsoft Learn. Página web oficial de Microsoft. <https://learn.microsoft.com/es-es/training/paths/microsoft-education-k-12-accreditation-2025/>
- Microsoft Corporation. (2025). *Global skills initiative: Building digital skills for the future workforce*. Microsoft.
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2024). *Educación STEAM: Cambiar la forma de enseñar y aprender en Ecuador*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). <https://oei.int/oficinas/secretaria-general/proyectos/educacion-steam-cambiar-la-forma-de-ensenar-y-aprender-en-ecuador-proyecto-4/>
- Monja Farroñán, M., & Maldonado Quispe, N. (2025). Habilidades investigativas y aprendizaje en estudiantes de educación secundaria. Revisión sistemática. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(39), 3106–3121. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i39.1106>
- Morillo Ramírez, C. V., Paillacho Huera, S. B., & Macas Guamán, F. E. (2025). Proyecto STEAM como puente de innovación y mejora de relaciones socioemocionales. *DISCE. Revista Científica Educativa y Social*, 2(2), 228–248. <https://doi.org/10.69821/DISCE.v2i2.31>
- Nokia Corporation. (2024). *Driving digital transformation through sustainable network innovation*. Nokia.
- Nokia & Secretaría de Educación Pública. (2024). *Estudio de conectividad y redes 5G en escuelas primarias: Impacto del programa Nokia Learning en México*. Nokia Press Releases.
- Oracle Academy (2024). *Oracle Academy y el Tecnológico Nacional de México: Impulsando la educación STEAM a través de bases de datos y Java*. Oracle News México.

- Ordóñez Valencia, E. V., Mero Alcívar, E. D., Cesen Paccha, J. E., Mena Hidalgo, L. N., & Gordillo Ordóñez, J. L. (2025). La incidencia de la metodología steam en estudiantes de Educación Básica Superior con Discalculia de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo. Anexo a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. *Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica*, 5(2), 2397–2407. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i2.1284>
- Ortiz-Carranza, G., Ortiz-Barre, J., Trejo-Márquez, G., & Martínez-Satizabal, E. (2024). Metodología STEAM. Aplicaciones en la educación básica. *593 Digital Publisher CEIT*, 9(3), 1154-1166. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.3.2501>
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255.
- Papert, S. (1987). *Desafío de la mente*. Ediciones Galápagos.
- Pérez García, E. A., & Camacho-Navarro, A. (2024). Factores de impacto en el diseño e implementación de un curso virtual: perspectiva docente. *Apertura*, 16(2), 116-131. <http://doi.org/10.32870/Ap.v16n2.2498>
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Graó.
- Reigeluth, C. M. (2013). *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory, Volume II*. Routledge.
- Samsung. (2025). *Una conexión que transforma: Cómo los proyectos STEM fomentan alianzas*. Solve for Tomorrow Latam. Página web oficial de Samsung Solve for Tomorrow Latam. <https://solvefortomorrowlatam.com/es/conexao-que-transforma-como-projetos-stem-encorajam-parcerias-dentro-e-fora-da-escola/lidera+1>
- SAP México & CONCAMIN. (2024). *Convenio de colaboración para la formación de talento digital en bachilleratos técnicos y PyMEs*. SAP News Center Latinoamérica.
- Siemens, G., & Baker, R. S. J. D. (2012). Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. En *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics & Knowledge* (pp. 252–254). (LAK '12). Association for Computing Machinery, New York, USA. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- Soto Calderón, A., Oliveros Ruiz, M. A., & Roa Rivera, R. I. (2022). Curso Taller STEAM para Docentes: una evaluación formativa. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 10(24). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2022.24.82377>
- STEAMbrace Project. (2025). *International collaboration in STEAM education*. Página web oficial de STEAMbrace Project. <https://steambraceproject.eu/international-collaboration-steam-education/>
- UNESCO. (2019). *Marco de competencias de los docentes en materia de TIC*. UNESCO.

- Veytia Bucheli, M. G., & Contreras Fuentes, Y. B. (2025). Tendencias investigativas acerca del método STEAM en México: mapeo sistemático de la literatura. *Transdigital*, 6(11), e422. <https://doi.org/10.56162/transdigital422>
- Wiggins, G. (1998). *Educative assessment: Designing assessments to inform and improve student performance*. Jossey-Bass.
- Zaquinaula, A. A. (2025). Metodologías Activas en Ecuador: Aproximación a la revisión de Literatura de aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas y aula invertida. *MLS Educational Research*, 9(1). <https://doi.org/10.29314/mlser.v9i1.2429>

# SEMBLANZA DE LAS AUTORAS



**ARACELI CAMACHO-NAVARRO**  
ORCID: 0000-0002-2184-8989  
[araceli.camacho@uaslp.mx](mailto:araceli.camacho@uaslp.mx)

---

Profesora e investigadora de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Responsable del área de Educación a Distancia. Su trabajo académico se centra en la integración crítica de la inteligencia artificial en la educación, el desarrollo de competencias digitales docentes, la evaluación auténtica y el aprendizaje situado en entornos virtuales y multimodales. Desde una perspectiva ética y humanista, investiga la brecha digital, la innovación en la práctica docente y el diseño de experiencias de aprendizaje mediadas por la tecnología. Su labor contribuye al fortalecimiento de prácticas educativas reflexivas, inclusivas y pertinentes ante los desafíos de la transformación digital.



**MONTSSERRAT CONTRERAS TURRUBIARTES**  
ORCID: 0000-0001-5833-137X  
[maria.turrubiarres@uaslp.mx](mailto:maria.turrubiarres@uaslp.mx)

---

Profesora e investigadora de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Su especialidad se centra en la enseñanza de las ciencias, el uso educativo de las tecnologías y el enfoque STEAM, con énfasis en la innovación pedagógica y la formación integral. Su labor académica promueve el uso de metodologías innovadoras y la equidad de género, contribuyendo al diseño y fortalecimiento de prácticas educativas inclusivas y pertinentes a las necesidades actuales en todos los niveles educativos.

# HORIZONTES DE LA EVALUACIÓN

ENFOQUES AUTÉNTICOS Y EXPERIENCIAS  
STEAM EN LA EDUCACIÓN CONTEMPORÁNEA



ISBN: 978-968-9724-16-2



9 789689 724162

**Trans**  
digital  
editorial