

# Modelo sistémico de evaluación y certificación digital basada en evidencias en contextos educativos con baja conectividad

## A systemic model for evidence-based digital certification and evaluation in low-connectivity educational contexts

Urtza Garay Ruiz

Universidad del País Vasco. Bilbao, Spain  
urtza.garay@ehu.eus

Javier Portillo-Berasaluce

Universidad del País Vasco. Bilbao, Spain  
javier.portillo@ehu.eus

Eneko Tejada Garitano

Universidad del País Vasco. Bilbao, Spain  
eneko.tejada@ehu.eus

Ander Arce Alonso

Universidad del País Vasco. Bilbao, Spain  
ander.arce@ehu.eus

### Resumen

La certificación de la madurez digital en sistemas educativos de contextos vulnerables requiere de estrategias integrales diseñadas para superar barreras estructurales de conectividad y sesgos de autopercepción. Este artículo explora los fundamentos de una evaluación sistémica mediante el análisis del Modelo CódiceRD, una estrategia implementada en la República Dominicana que integra dimensiones de liderazgo, infraestructura y competencia digital docente bajo un esquema de equidad. Se describe la arquitectura de software *offline-first* desarrollada para el proyecto, la cual permite realizar auditorías in situ y recolectar evidencias multimedia sin necesidad de internet, garantizando la integridad de los datos mediante sincronización diferida. Los resultados del estudio piloto, realizado en 110 centros educativos, demuestran que la combinación de un modelo pedagógico contextualizado y una herramienta tecnológica resiliente permite generar Planes Tecnológicos Digitales (PTD) automatizados y certificaciones basadas en evidencias factuales. Se concluye que este enfoque ofrece una solución escalable para reducir la brecha digital y fomentar una cultura de mejora continua en sistemas educativos del Sur Global.

**Palabras clave:** Madurez digital; certificación educativa; evaluación basada en evidencias; evaluación sistémica; arquitectura *offline-first*; competencia digital docente; brecha digital.

### Abstract

Certifying digital maturity in education systems in vulnerable contexts requires comprehensive strategies designed to overcome structural barriers to connectivity and biases in self-perception. This article explores the fundamentals of a systemic assessment by analyzing the CódiceRD Model, a strategy implemented in the Dominican Republic that integrates dimensions of leadership, infrastructure, and teacher digital competence under an equity framework. It describes the *offline-first* software architecture developed for the project, which allows for on-site audits and the collection of multimedia evidence without the need for the internet, ensuring data integrity through deferred synchronization. The results of the pilot study, conducted in 110 educational centers, demonstrate that the combination of a contextualized pedagogical model and a resilient technological tool allows for the generation of automated Digital Technology Plans (PTD) and certifications based on factual

evidence. It is concluded that this approach offers a scalable solution to reduce the digital divide and foster a culture of continuous improvement in education systems in the Global South.

**Key words:** Digital maturity; educational certification; evidence-based assessment; systemic evaluation; offline-first architecture; teacher digital competence; digital divide.

## 1. Introducción

La transformación digital de los sistemas educativos se ha consolidado como uno de los imperativos estratégicos más urgentes de la agenda global contemporánea. No obstante, este proceso ha dejado de ser interpretado meramente como la adquisición de infraestructura tecnológica o la alfabetización digital básica, para ser comprendido como un fenómeno multidimensional que requiere una reingeniería profunda de los procesos organizacionales, pedagógicos y administrativos de las instituciones educativas (Teichert, 2019). La literatura científica reciente enfatiza que el verdadero reto no reside en la inserción de dispositivos en el aula, sino en la comprensión pedagógica de su rol e impacto y en la capacidad de las instituciones para gestionar el cambio cultural que esto conlleva.

En el contexto post-pandemia, la evaluación de la madurez digital se ha situado en el centro de las políticas de calidad. Sin embargo, la aplicación de marcos de evaluación estandarizados en países de ingresos bajos y medios (LMIC, por sus siglas en inglés) se enfrenta a barreras estructurales críticas. La principal de ellas es la brecha de conectividad. A pesar de los avances, una vasta proporción de centros educativos en regiones como América Latina y el Caribe opera en entornos de conectividad nula, intermitente o de baja calidad (Umar & Argungu, 2024). Esta realidad técnica genera una paradoja operativa: las herramientas diseñadas para medir y mejorar la digitalización suelen depender de infraestructuras de nube (Cloud Computing) que las escuelas más necesitadas no poseen, excluyéndolas sistemáticamente de los procesos de certificación y mejora.

Bajo estas premisas, el presente trabajo analiza los requisitos conceptuales y técnicos de un marco de evaluación capaz de operar en entornos de alta vulnerabilidad. Se toma como objeto de estudio el Modelo CódiceRD, argumentando que representa una evolución paradigmática al integrar la madurez institucional y la competencia docente bajo una arquitectura tecnológica resiliente. CódiceRD representa una evolución en dos frentes: teórico, al proponer un modelo de madurez institucional que integra la competencia digital docente y la infraestructura bajo un enfoque de equidad; y tecnológico, al implementar una solución de software *offline-first* que garantiza la soberanía de datos y la continuidad operativa en entornos desconectados. Se demuestra cómo la articulación entre un modelo pedagógico contextualizado y una arquitectura de software robusta permite superar las limitaciones de los enfoques autodeclarativos y dependientes de conectividad permanente, facilitando una toma de decisiones informada y basada en evidencias factuales.

Este estudio se enmarca en un proyecto de cooperación internacional orientado al diseño, implementación y validación del modelo en contextos reales de la República Dominicana, en el que los autores han participado activamente en el desarrollo conceptual, la implementación tecnológica y el análisis de los resultados del piloto. En este sentido, el

trabajo no se limita a una propuesta teórica, sino que aporta evidencia empírica derivada de su aplicación en entornos educativos reales. Esta aproximación se alinea con investigaciones recientes que subrayan la necesidad de modelos de evaluación digital adaptados a contextos de desigualdad estructural (Silva et al., 2024; Jurāne-Brēmāne, 2023), así como con enfoques que promueven la toma de decisiones educativas basada en evidencias (Duncan et al., 2022).

## 2. Modelos de evaluación de la tecnología en educación

Históricamente, la evaluación de la tecnología en educación ha oscilado entre situar en el centro al individuo o dirigirse al conjunto de la organización. En este sentido, han surgido marcos para evaluar la Competencia Digital Individual, pero también otros para analizar la Madurez Tecnológica Institucional.

### 2.1 Competencia Digital Individual (CDI)

Durante la última década, marcos como DigCompEdu (Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores) han dominado el discurso académico. Desarrollado por el *Joint Research Centre* (JRC) de la Comisión Europea, DigCompEdu (Redecker, 2017) describe científicamente qué significa ser un educador o una educadora digitalmente competente, desglosando habilidades en seis áreas que van desde el compromiso profesional hasta el empoderamiento de los estudiantes. Este enfoque ha sido vital para estandarizar la formación docente. Sin embargo, la evidencia empírica sugiere que la competencia individual es necesaria pero insuficiente para la transformación sistémica. Ertmer & Ottenbreit-Leftwich (2010) indican que docentes con altos niveles de competencia auto-percibida a menudo se encuentran bloqueados por barreras institucionales, como la falta de liderazgo directivo, normativas rígidas o infraestructura obsoleta (Carranza-Yuncor et al., 2024). Un docente "Pionero" (nivel C2) no puede desplegar metodologías activas digitales en un centro cuya cultura organizacional prohíbe el uso de dispositivos móviles o carece de una estrategia de integración curricular (Bravo-Jaico et al., 2025).

### 2.2 Modelos de Madurez Digital Institucional (MMDI)

Los Modelos de Madurez Digital Institucional (MMDI) surgieron inspirados en el *Capability Maturity Model* (CMM) de la ingeniería de software (Paulk et al., 1993). Estos modelos evalúan la organización como un todo, analizando dimensiones como la gobernanza, la estrategia y la infraestructura (Teichert, 2019). Ejemplos como DigCompOrg (Kampylis et al., 2015) o SELFIE (Castaño-Muñoz et al., 2018) buscan ofrecer una fotografía del estado digital del centro. No obstante, revisiones sistemáticas de la literatura, como las realizadas por Teichert (2019) y Silva et al. (2024), revelan que muchos de estos modelos adolecen de una visión tecnocrática, subrepresentando dimensiones cruciales como la cultura organizacional y el liderazgo transformacional. Además, suelen ser criticados por su rigidez y falta de adaptabilidad a contextos específicos (*one-size-fits-all*), lo que los hace poco prácticos para sistemas educativos heterogéneos en países en desarrollo.

### 2.3 La necesidad de un nuevo enfoque integral

La insuficiencia de ambos enfoques cuando operan aisladamente se puede ejemplificar mediante los siguientes dos escenarios que ilustran contrastes en la práctica escolar cotidiana. Primero, considérese un docente de educación media certificado con nivel C1 en el marco DigCompEdu (dominio independiente), capaz de diseñar experiencias de aprendizaje personalizadas mediadas por tecnología, crear espacios colaborativos en línea y evaluar críticamente recursos digitales. Este docente, sin embargo, se integra en una institución cuya cultura organizacional está estructurada alrededor de prácticas pedagógicas tradicionales, donde los dispositivos móviles están prohibidos en aulas, no existe presupuesto asignado a plataformas educativas, y el liderazgo directivo desalienta innovaciones que salgan del currículo estandarizado. En este contexto, la competencia individual del docente resulta neutralizada: sus habilidades digitales de vanguardia se desaprovechan, generando frustración profesional.

Inversamente, considérese una institución que ha invertido en infraestructura de vanguardia: laboratorios equipados con dispositivos de última generación, conectividad de banda ancha, sistemas de gestión de aprendizaje inteligentes, y un equipo directivo comprometido con la transformación digital. Sin embargo, el cuerpo docente carece de formación en metodologías digitales; muchos maestros y maestras perciben la tecnología como amenaza a su autoridad pedagógica y desconocen cómo integrarla de forma significativa (más allá de sustituir la pizarra tradicional por una digital). En este escenario, la infraestructura y la política se quedan sin el motor pedagógico que las hace efectivas: los dispositivos permanecen subutilizados.

Estos dos casos ilustran por qué se requiere una síntesis que reconozca que la transformación digital educativa es un fenómeno sistémico. Se precisa de un marco que no evalúe docentes aisladamente ni evalúe a la institución sin considerar sus agentes, sino al centro educativo como un todo integrado donde cada dimensión refuerza a las demás.

#### 2.4 La necesidad de una evaluación basada en evidencias

Otra debilidad metodológica transversal a la mayoría de los modelos vigentes (tanto CDI como MMDI) es la naturaleza declarativa de sus instrumentos de evaluación, que puede conducir a un sesgo de autopercepción. Herramientas como *SELFIE* (Castaño-Muñoz et al., 2018) se basan en cuestionarios de autoevaluación donde directivos/directivas y docentes expresan sus percepciones. Sin mecanismos de verificación externa, existe un riesgo elevado de sesgo de deseabilidad social, donde las personas informan sobre prácticas ideales en lugar de reales. La falta de validación basada en evidencias impide diagnósticos precisos y la asignación eficiente de recursos.

#### 2.5 Las necesidades en entornos de baja conectividad

Por último, es significativa la dependencia de la conexión online en el proceso de evaluación de muchos modelos actuales, aspecto que puede conducir a una exclusión por conectividad. La mayoría de las plataformas de evaluación operan como *Software as a Service* (SaaS), requiriendo conexión constante a internet para guardar respuestas en tiempo real. En la República Dominicana y gran parte del Sur Global, las escuelas rurales a menudo carecen de esta conectividad estable. El uso de herramientas online en estas condiciones resulta en pérdida de datos, frustración de los usuarios y, en última instancia,

en la exclusión de las escuelas más vulnerables de los procesos de certificación (Umar & Argungu, 2024).

### 3. Nuevo marco híbrido para la madurez digital

Ante las carencias de los modelos tradicionales, identificadas en el apartado anterior, se propone un nuevo marco híbrido con mecanismos de evaluación basados en evidencias y técnicamente resilientes para funcionar en entornos con escasa infraestructura de conexión.

La presente propuesta de marco híbrido para la madurez digital integra el análisis del centro educativo con el desarrollo de la competencia digital docente. Toma al centro educativo como unidad de análisis (alineándose con los MMDI), pero integra explícitamente el desarrollo de la Competencia Digital Docente (alineándose con los CDI) como un subcomponente crítico de la estrategia institucional. La innovación tecnológica de sus instrumentos de evaluación reside en su operatividad técnica: el abandono del paradigma *online-first* en favor de una arquitectura *offline-first* basada en evidencias, diseñada para funcionar en los entornos más desfavorecidos por la brecha digital.

El modelo no pretende ser una lista de verificación de equipamiento, ni un estándar técnico. Se constituye como un marco de gobernanza escolar que guía la transición desde la digitalización incipiente hacia la innovación pedagógica sostenible. Se fundamenta en tres ejes transversales:

- Digitalización Equitativa: El modelo está diseñado para no penalizar injustamente a las escuelas rurales o lugares con mayor nivel de vulnerabilidad y falta de recursos. Valora el uso eficiente de los recursos disponibles, por modestos que sean.
- Sostenibilidad: Promueve soluciones tecnológicas que el centro pueda mantener a largo plazo, evitando la dependencia de donaciones esporádicas.
- Cultura de la Evidencia: Se introduce un cambio cultural profundo al exigir que cada afirmación sobre el nivel de madurez esté respaldada por evidencias digitales (fotos, documentos, planes). Esto transforma la evaluación de un ejercicio de opinión a un proceso de investigación-acción.

Manteniendo estos principios, la estructura del modelo se divide en cinco ámbitos interdependientes, validados teóricamente para cubrir todas las facetas de la vida escolar.

#### Área 1: Liderazgo y Gestión de Centros Educativos (Gobernanza y Estrategia)

Esta dimensión es la piedra angular del modelo. La literatura confirma que el éxito de la transformación digital correlaciona fuertemente con la visión y la capacidad de gestión de la dirección (Bravo-Jaico et al., 2025). Se propone evaluar si existe un Proyecto Educativo de Centro (PEC) que integre explícitamente las TIC, no como un anexo, sino como un eje transversal. Se audita la existencia de políticas de uso aceptable, la asignación de presupuestos específicos para tecnología y la capacidad del equipo directivo para gestionar el cambio cultural y la resistencia al mismo. Sin este liderazgo, las inversiones en tecnología tienden a disiparse en usos esporádicos y descoordinados.

#### Área 2: Desarrollo de la Competencia Digital Docente (CDD)

Se adoptan y adaptan los estándares del marco DigCompEdu, pero se evalúan desde la perspectiva de la responsabilidad institucional. No se pregunta solo "¿qué sabe el docente?", sino "¿qué hace la escuela para que el docente aprenda?". Evalúa la existencia de planes de formación continua, comunidades de aprendizaje y mecanismos de mentoría interna. Esto es crucial porque sitúa el desarrollo profesional no como una carga individual del profesor, sino como un activo organizacional que debe ser cultivado y retenido. El modelo busca mover a los docentes desde niveles de consumidores de tecnología (A1/A2) hacia roles de productores y líderes pedagógicos (C1/C2) (Redecker, 2017).

#### Área 3: Procesos de Aprendizaje y Enseñanza (Transformación Pedagógica)

Esta área indaga en el "núcleo pedagógico". Evalúa cómo la tecnología altera las interacciones en el aula. Se busca evidencia de metodologías activas (Aprendizaje Basado en Proyectos, *Flipped Classroom*) y personalización del aprendizaje apoyada por TIC. A diferencia de modelos que solo miden la frecuencia de uso, esta aproximación se interesa por la calidad pedagógica del uso (Koehler & Mishra, 2009): ¿La tecnología se usa para replicar prácticas tradicionales (sustitución) o para crear nuevas experiencias de aprendizaje inalcanzables sin ella (redefinición) (Cabero-Almenara & Palacios-Rodríguez, 2021).

#### Área 4: Colaboración y *Networking* (Cultura y Ecosistema)

Reconociendo que las escuelas no son islas, esta dimensión evalúa la permeabilidad digital del centro. Mide el uso de plataformas para la comunicación con las familias, la participación en redes docentes externas y la colaboración con otras instituciones. La investigación sobre los ecosistemas y centros de innovación (Innovation Hubs) sugiere que la conexión con redes externas colaborativas es un factor determinante para alinear la innovación con un desarrollo económico inclusivo, ambientalmente consciente y resiliente ante crisis (Flego & Tei, 2025). El presente modelo promueve la descentralización del conocimiento, incentivando a las escuelas a convertirse en nodos de producción y distribución de saber pedagógico.

#### Área 5: Infraestructuras Tecnológicas y Digitales (Capacidad y Accesibilidad)

Aunque es la base material, el modelo aborda la infraestructura desde la accesibilidad y la equidad. No basta con tener dispositivos guardados bajo llave; el modelo audita su disponibilidad real para los estudiantes, la calidad de la conectividad (incluso si es interna/intranet), el mantenimiento y la seguridad de datos. Se alinea con la visión de que la infraestructura debe ser sostenible y ajustada al contexto, valorando soluciones frugales y robustas sobre equipamiento de vanguardia insostenible.

La potencia del modelo reside en la interdependencia deliberada de sus cinco dimensiones, que funcionan como engranajes de un sistema integrado. Ninguna de ellas puede alcanzar madurez auténtica de forma aislada. Por ejemplo, un avance en Infraestructuras Tecnológicas (Área 5) sin mejora paralela en Liderazgo y Gestión (Área 1) resulta en equipamiento abandonado porque los directores carecen de la visión estratégica para defender el presupuesto de mantenimiento o para resistir presiones

políticas de corto plazo. De igual modo, una mejora en Competencia Digital Docente (Área 2) sin transformación pedagógica observable (Área 3) perpetúa un consumo de tecnología no alineado con objetivos pedagógicos, ya que habrá docentes capacitados digitalmente que integran constantemente herramientas digitales para replicar métodos tradicionales sin guiarse por evidencias de mejora pedagógica.

La evaluación integrada que propone el modelo obliga a las instituciones a pensar sistémicamente. Si un centro educativo logra avanzar del nivel Bronce al Plata, no es porque haya comprado más ordenadores o capacitado a unos pocos docentes en aislamiento, sino porque ha orquestado mejoras simultáneas en gobernanza (directivos y directivas que lideran la agenda digital), en formación continua (comunidades de aprendizaje donde se comparte práctica), en pedagogía (metodologías que aprovechan la tecnología para fines transformadores), en conexión con la comunidad, y en infraestructura sostenible.

Los tres ejes transversales —Digitalización Equitativa, Sostenibilidad y Cultura de la Evidencia— actúan como principios reguladores. Una institución en contexto vulnerable no fracasa por carecer de recursos ilimitados, sino por fallos en gobernanza, en evidencias (no documenta lo que logra) o en sostenibilidad. Al hacer visibles estas conexiones causales, se transforma la evaluación en herramienta de aprendizaje organizacional.

#### **4. CódiceRD: El desarrollo del nuevo modelo en la República Dominicana**

El modelo híbrido descrito en el apartado anterior ha sido desarrollado y llevado a la práctica en una experiencia piloto en la República Dominicana, bajo el nombre de CódiceRD.

CódiceRD se define como una solución tecnológica integral y distribuida (arquitectura Cliente-Servidor) diseñada para la gestión, auditoría y certificación de la madurez digital en centros educativos. Funcionalmente, el sistema opera mediante una arquitectura distribuida que combina un servidor central de gestión y una aplicación móvil nativa (Android) con capacidad *offline-first*. Esta arquitectura permite realizar auditorías en entornos con conectividad nula o intermitente, garantizando la integridad de los datos mediante una sincronización diferida cuando se restablece la red.

El software trasciende la autoevaluación declarativa al exigir una validación basada en evidencias probatorias (imágenes y documentos), las cuales son procesadas para generar automáticamente informes oficiales como el Informe de Auditoría Externa (IAE) y el Plan Tecnológico Digital (PTD).

El sistema implementa una gestión de identidad que discrimina permisos y funcionalidades según tres roles principales definidos en la lógica del servidor y la aplicación:

- Centros Educativos / Docentes (Usuarios Externos): Utilizan principalmente la Aplicación Móvil. Su función es realizar la autoevaluación, responder cuestionarios (dicotómicos, Likert, abiertos) y capturar evidencias multimedia in situ. Pueden trabajar sin conexión a internet, sincronizando su progreso posteriormente.
- Auditores (Evaluadores Externos): Operan desde el Panel Web (*Backoffice*). Su responsabilidad es revisar las autoevaluaciones y las evidencias cargadas por los

centros. Tienen la potestad de marcar niveles como "Auditados Favorablemente" o emitir retroalimentación (*feedback*) correctiva si se detectan deficiencias.

- Administradores del Sistema: Gestionan la configuración global de la plataforma desde el *Backoffice*. Sus tareas incluyen el mantenimiento del catálogo de instituciones, la configuración del marco de certificación (niveles y preguntas), la asignación de auditores y la supervisión del funcionamiento general del sistema.

El modelo funcional se estructura bajo un esquema de madurez progresiva. El sistema bloquea y desbloquea niveles lógicamente, obligando a las instituciones a cumplir hitos específicos para avanzar. Aunque la estructura técnica permite múltiples configuraciones, la implementación actual valida tres niveles jerárquicos de madurez (bronce, plata y oro), alineándose con la progresión de niveles descrita institucionalmente a nivel europeo (Caena & Redecker, 2019). El motor de cálculo del servidor procesa las respuestas en tiempo real para determinar si un centro ha superado el umbral de puntuación ponderada y los requisitos obligatorios de cada nivel antes de permitir el acceso al siguiente.

#### 4.1 Anatomía Técnica de la Solución CódiceRD

La implementación del Modelo CódiceRD requería una herramienta capaz de operar en la realidad física de las escuelas dominicanas, caracterizada por la intermitencia estructural de las telecomunicaciones. La solución desarrollada incluye una aplicación móvil diseñada bajo el paradigma *Offline-First*, que invierte la lógica tradicional del desarrollo web porque en lugar de tratar la falta de conexión como un error o una excepción, asume la desconexión como el estado por defecto y la conexión como una mejora ocasional (Locize, 2025). En el contexto educativo de países en desarrollo, esto es vital. Las aplicaciones educativas que dependen de la nube fallan catastróficamente en zonas rurales: los formularios se reinician, las evidencias no cargan y los usuarios abandonan el proceso. La literatura sobre sistemas de salud y educación en entornos de bajos recursos confirma que la capacidad *offline* es el factor determinante para la adopción y la integridad de los datos (Vijil et al., 2024).

El ecosistema de software de CódiceRD se compone de tres elementos sincronizados: la App Móvil (Cliente), el Servidor Central (*Backend*) y el Panel de Gestión Web.

La aplicación móvil Android utiliza una base de datos embebida (NoSQL/SQLite) que replica completamente la estructura de los instrumentos de evaluación. Esto permite que el dispositivo móvil actúe como la fuente de verdad temporal. Toda la lógica de la aplicación —validación de respuestas, saltos condicionales, cálculo preliminar de niveles— se ejecuta localmente en el procesador del dispositivo móvil (teléfono, tablet...). Esto elimina la latencia de red y ofrece una experiencia de usuario fluida (60fps) independientemente de la cobertura.

El componente más crítico es el Gestor de Conectividad Inteligente. Este módulo monitoriza el estado de la red en segundo plano.

- Modo Desconectado: Cuando no hay internet, las respuestas y las evidencias multimedia (fotos comprimidas, PDFs) se almacenan en una cola de sincronización local segura. La app informa al usuario que los datos están pendientes, pero seguros.
- Sincronización Oportunista: En el momento en que el dispositivo detecta una red viable (Wi-Fi o datos móviles), el gestor inicia automáticamente la transmisión de

datos al servidor central a través de una API RESTful segura. Este proceso es transparente para el usuario y maneja la reanudación de subidas interrumpidas, crucial para archivos grandes como evidencias de video.

Esta arquitectura resuelve el problema de la integridad de datos. A diferencia de formularios web que pierden la sesión al caer la red, CódiceRD garantiza que ninguna evidencia recolectada *in situ* se pierda, asegurando la fiabilidad de la auditoría.

Uno de los desafíos técnicos de los sistemas *offline* es la resolución de conflictos (cuando dos auditores editan el mismo registro *offline*). La arquitectura soporta mecanismos de "última escritura gana" o fusión de datos en el servidor, asegurando la consistencia eventual, un estándar en aplicaciones distribuidas modernas (Shapiro et al., 2011; Vogels, 2009).

El valor añadido del *software* trasciende la recolección. El servidor integra un Motor de Cálculo que procesa los datos brutos y las evidencias validadas para determinar en tiempo real el nivel de madurez (Bronce, Plata, Oro).

Más importante aún, el sistema automatiza la generación de entregables:

- Informe de Auditoría Externa (IAE): Un documento técnico que valida el estatus del centro.
- Plan Tecnológico Digital (PTD): Un documento estratégico generado algorítmicamente. El sistema identifica las áreas débiles (ej. "Baja competencia en seguridad digital") y puebla el PTD con objetivos y acciones de mejora recomendadas específicas para ese perfil de centro.

Esta automatización es una innovación disruptiva en la gestión pública. Reduce semanas de trabajo burocrático de análisis manual a segundos de procesamiento, permitiendo que el *feedback* llegue a los centros educativos de manera casi inmediata, cerrando la brecha entre el diagnóstico y la intervención pedagógica.

Como ejemplo de experiencia de auditoría fluida y sin interrupciones cabe pensar en el siguiente ejemplo. Un auditor externo llega a una escuela rural donde no hay cobertura 4G; abre la app en su tablet, que funciona en modo offline; comienza a recolectar evidencias: fotografía el aula de informática, responde preguntas sobre liderazgo e infraestructura; toda la sesión funciona sin internet y, al día siguiente, en la capital, cuando se conecta al Wi-Fi, la sincronización comienza automáticamente; el servidor recibe todas las fotos y respuestas; minutos después, algoritmos generan automáticamente el Informe de Auditoría Externa (IAE) que certifica el nivel del centro, y el Plan Tecnológico Digital (PTD) personalizado que identifica exactamente qué necesita mejorar. Ese informe llega al director en 24 horas en lugar de las semanas que tomaría un análisis manual. Esta velocidad de retroalimentación es transformadora: permite ciclos rápidos de diagnóstico → intervención → mejora, cerrando la brecha entre identificar un problema y actuar sobre él.

## 5. Análisis comparativo

Al contrastar CódiceRD con herramientas establecidas como *SELFIE (UE)* o encuestas tradicionales, emergen ventajas competitivas claras derivadas de su diseño híbrido y su tecnología resiliente.

La ventaja fundamental de CódiceRD es su capacidad para operacionalizar la equidad. Mientras que herramientas online excluyen de facto a los centros educativos desconectados (UNESCO, 2021) (que suelen ser las que más ayuda necesitan), la app *offline* de CódiceRD lleva el estándar de calidad a la última milla de la infraestructura educativa. Además, el requisito de evidencias visuales introduce un nivel de rigor y trazabilidad inexistente en los modelos puramente declarativos, alineándose con las mejores prácticas de auditoría de calidad (Duncan et al., 2022).

**Tabla 1**

*Comparativa de CódiceRD con otras herramientas establecidas*

<b>Característica</b>	<b>SELFIE (Comisión Europea)</b>	<b>Encuestas tradicionales (papel/web)</b>	<b>CódiceRD (App offline-first)</b>
Naturaleza de Datos	Percepción subjetiva (Autorreflexión)	Declarativa / Censal	Evidencias Factuales (Multimedia)
Operatividad	100% Online (Dependiente)	Lenta / Propensa a errores	Offline-First (Resiliente)
Validación	Interna (Para el centro)	Externa (Estadística)	Auditoría Externa Certificada
Resultado	Informe de Perfil	Datos agregados (Meses después)	PTD Automatizado + Certificación
Contexto Ideal	Centros conectados (Europa)	Burocracia centralizada	Entornos vulnerables / Baja conectividad

## **6. Validación Empírica: Resultados del Piloto y Escalabilidad**

La viabilidad del Modelo CódiceRD y su *software* ha sido validada mediante un despliegue piloto riguroso en la República Dominicana durante los años 2024 y 2025 (UNICEF, 2025).

La fase piloto abarcó una muestra representativa y diversa de 110 instituciones: 100 centros públicos y privados de todos los niveles educativos preuniversitarios pertenecientes al Distrito Educativo 10-01 y 10 centros pertenecientes de la Asociación Nacional de Directores de Centros Educativos (ASONADEDI) (UNICEF, 2025). La selección de los grupos se realizó después de analizar la tipología total de centros educativos que existe en el país. Tras realizar la categorización, ésta se utilizó para realizar un mapa de centros seleccionados que fueran reflejo de la tipología de centros educativo que componen el sistema educativo de la República Dominicana. Esta selección permitió testear el modelo en entornos con variados niveles educativos, de recursos y tipologías de gestión.

Durante esta fase, se validó la estabilidad de la aplicación móvil en condiciones de campo extremas (zonas sin cobertura 4G), confirmando la robustez del mecanismo de

sincronización diferida. Se recolectaron miles de evidencias digitales (fotos de infraestructura, planes docentes) que permitieron refinar los indicadores de evaluación. Estas evidencias incluyeron principalmente registros fotográficos de infraestructuras tecnológicas, documentación institucional (planes digitales, actas, protocolos) y evidencias de prácticas pedagógicas en el aula. Su análisis permitió no solo validar las respuestas declaradas por los centros, sino también identificar discrepancias entre la disponibilidad de recursos y su uso efectivo en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Tras un año de acompañamiento y uso de la herramienta para el autodiagnóstico y la mejora, se realizó la auditoría externa final. En diciembre de 2025, el MINERD, junto a UNICEF y AECID, otorgaron la primera Certificación Digital Nivel Bronce a seis centros educativos pioneros, incluyendo el Politécnico Braulia de Paula y la Escuela Primaria Maricao (UNICEF, 2025).

La obtención de la certificación en el nivel Bronce estuvo determinada por el cumplimiento de los criterios establecidos en el sistema CódiceRD, los cuales son procesados automáticamente por el motor de cálculo de la aplicación. Dichos criterios combinan la puntuación obtenida en las distintas dimensiones del modelo con la validación de evidencias aportadas por los centros educativos. Una vez alcanzados los umbrales definidos por el sistema, los resultados fueron verificados mediante un proceso de auditoría externa, en el que auditores y auditoras evaluaron la consistencia entre las respuestas registradas y las evidencias presentadas. Por el contrario, los centros no certificados no alcanzaron dichos umbrales o no lograron validar adecuadamente las evidencias requeridas.

El análisis de los centros no certificados permitió identificar patrones comunes de limitación. En la mayoría de los casos, se identificaron carencias en la planificación estratégica vinculada a las TIC, un uso limitado o no sistemático de los recursos tecnológicos disponibles y dificultades para documentar evidencias de prácticas pedagógicas mediadas por tecnología. Estos resultados sugieren que la madurez digital no depende exclusivamente de la disponibilidad de infraestructura, sino de la articulación entre liderazgo institucional, práctica docente y cultura organizativa.

Los centros educativos certificados demostraron poseer no solo equipamiento, sino, sobre todo, una gobernanza digital estructurada y prácticas pedagógicas en evolución. La certificación Bronce actúa aquí como un incentivo poderoso: reconoce los básicos de la madurez (liderazgo comprometido, uso inicial de evidencias), creando un camino motivacional hacia los niveles Plata y Oro.

El piloto demostró que la generación automatizada de los Planes Tecnológicos Digitales (PTD) empodera a los directores. En lugar de esperar directrices abstractas del nivel central, cada centro educativo recibió una hoja de ruta personalizada generada por el software, basada en sus propias brechas que fueron detectadas de forma individualizada. Esto descentraliza la mejora escolar y fomenta la autonomía.

## **7. Discusión: Contraste entre infraestructura y barreras institucionales**

El enfoque basado en evidencias y arquitectura *offline-first* no constituye una solución de emergencia, sino una innovación necesaria para garantizar la equidad en la certificación digital. Además, la adopción de tecnologías *offline-first* es un acto de soberanía. Permite que los sistemas educativos nacionales mantengan la operatividad de sus procesos de

calidad independientemente de las fluctuaciones de la infraestructura de telecomunicaciones o de crisis externas (como desastres naturales).

CódiceRD introduce un cambio metodológico sustancial en la gestión escolar: la transición de métricas autodeclarativas a la recolección de evidencias. Al obligar a los y las participantes a documentar sus prácticas, se fomenta una cultura de transparencia. Esto eleva el estándar profesional y permite al Ministerio (MINERD, 2024) identificar no solo dónde faltan equipos, sino dónde falta capacidad pedagógica, orientando la formación docente con precisión (Teichert, 2019).

No obstante, el tránsito de un modelo declarativo a uno basado en evidencias no está exento de limitaciones metodológicas que deben ser vigiladas. La exigencia de pruebas documentales o fotográficas introduce el riesgo de la "escenificación de la innovación" o el cumplimiento de la Ley de Goodhart (Strathern, 1997), donde los centros educativos podrían optimizar sus prácticas transitoriamente con el único fin de satisfacer la métrica de certificación, disociando el indicador de su propósito pedagógico real. Una fotografía de estudiantes utilizando dispositivos móviles o la carga de un acta de coordinación no garantizan, por sí solas, la sistematicidad de una práctica transformadora. Por tanto, para evitar que el modelo se degrade hacia un nuevo "teatro burocrático", las futuras iteraciones de CódiceRD deberán incorporar mecanismos de triangulación de datos, cruzando las evidencias puntuales estáticas con métricas longitudinales de uso real y, fundamentalmente, promoviendo una cultura donde la evaluación se perciba internamente como una herramienta de desarrollo organizacional y no como un mero mecanismo de control externo.

El contraste entre la disponibilidad teórica de recursos y el bajo índice de certificación empírica (apenas 6 de los 110 centros del piloto alcanzaron el nivel Bronce) exige una lectura crítica fundamentada en el marco teórico de la adopción tecnológica. Que el 94.5% de las instituciones no lograra superar los umbrales básicos de madurez digital subraya empíricamente los postulados de Ertmer y Ottenbreit-Leftwich (2010). Las autoras advierten que la competencia individual o la mera presencia tecnológica quedan sistemáticamente neutralizadas por culturas organizacionales rígidas y la falta de liderazgo directivo. El análisis de los 104 centros no certificados demostró un "uso limitado o no sistemático" de las TIC. La exigencia de evidencias fotográficas y documentales de CódiceRD actuó como un filtro contra el sesgo de deseabilidad social presente en modelos puramente declarativos. Este rigor desveló que las deficiencias críticas no residen exclusivamente en la brecha de conectividad o carencia material (Área 5), sino en la inmadurez de la gobernanza, la ausencia de un Proyecto Educativo de Centro (PEC) integrado y la debilidad en la planificación estratégica (Área 1). Si bien una tasa de rechazo tan elevada podría interpretarse inicialmente como un sesgo punitivo dentro de un modelo concebido para la "Digitalización Equitativa", la realidad es que CódiceRD hace visible el "teatro de la innovación": centros educativos que reportan dotación material, pero son incapaces de documentar transferencias pedagógicas efectivas. En consecuencia, el tránsito hacia un modelo basado en evidencias confirma que la dotación de infraestructura carece de impacto sistémico si no va acompañada de un rediseño de la cultura institucional.

## 8. Conclusiones y trabajo futuro

La implementación del Modelo CódiceRD demuestra la viabilidad técnica y pedagógica de evaluar la madurez digital en sistemas educativos con alta vulnerabilidad estructural. Las conclusiones principales de la investigación son:

- Superación de la brecha de infraestructura en la evaluación: La arquitectura *offline-first* elimina la conectividad como barrera de entrada, permitiendo auditar in situ a centros educativos históricamente excluidos de los procesos de calidad estandarizados.
- Gestión descentralizada: La generación automatizada de Planes Tecnológicos Digitales (PTD) transforma el diagnóstico en una herramienta de intervención inmediata, devolviendo la autonomía a los equipos directivos para abordar sus debilidades específicas.
- Integración sistémica: La exigencia de evidencias factuales ha demostrado empíricamente que la digitalización escolar requiere una evolución paralela entre el equipamiento, la competencia docente y la gobernanza institucional.

Los hallazgos de este estudio piloto presentan limitaciones metodológicas que deben ser consideradas. Existe un sesgo geográfico y de muestra, dado que la cohorte analizada se concentró predominantemente en el Distrito Educativo 10-01. Por tanto, los resultados no son estadísticamente generalizables a la totalidad del territorio dominicano, existiendo una infrarrepresentación de las escuelas ubicadas en entornos de ruralidad profunda. Asimismo, la naturaleza transversal de la auditoría evalúa el centro en un momento estático, limitando la capacidad de medir la resiliencia temporal de las prácticas documentadas. En este sentido, ya se está ultimando la versión para iOS de la aplicación, lo que permitirá cubrir todo el espectro de posibles dispositivos móviles a emplear con CódiceRD. También se está gestionando la aplicación el modelo a la totalidad del país, pasando de los 100 centros y 4.000 alumnos gestionados en el piloto a un total 10.615 centros.

Las futuras líneas de investigación deberán centrarse en la ampliación de la muestra a escala nacional y en la realización de estudios longitudinales que correlacionen la obtención de la certificación Bronce, Plata u Oro con la mejora verificable del rendimiento académico del alumnado. A medio plazo, la consolidación de la base de datos distribuida generada por CódiceRD abrirá la posibilidad de aplicar modelos descriptivos y predictivos de inteligencia artificial educativa. Esto permitirá analizar de forma masiva los Planes Tecnológicos Digitales y pre-clasificar las evidencias documentales, facilitando a las autoridades la identificación temprana de centros en riesgo de retroceso digital.

Presentación del artículo: 19-01-2026  
Fecha de aprobación: 6 de mayo de 2026  
Fecha de publicación: 01-07-2026

Garay, U., Portillo-Berasaluce, J., Tejada, E., & Arce, A. (2026). Modelo sistémico de evaluación y certificación digital basada en evidencias en contextos educativos con baja conectividad. <i>Revista de Educación a Distancia</i> , 26(84). <a href="http://dx.doi.org/10.6018/red.697661">http://dx.doi.org/10.6018/red.697661</a>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Financiación

Este trabajo se ha realizado dentro del acuerdo de cooperación entre la UPV/EHU y el Fondo de las Naciones Unidas para la infancia para la implementación del programa financiado por UNICEF relacionado con República Dominicana (Código 2022.0699).

## Declaración de las personas autoras sobre el uso de LLM

Se utilizó el modelo de lenguaje Gemini (Google, 2026) para estructurar los argumentos iniciales sobre las diferencias del sistema descrito respecto a versiones previamente documentadas en la bibliografía científica. El contenido generado fue evaluado críticamente y editado por los autores para asegurar su precisión y alineación con el marco teórico del estudio.

## Declaración de las contribuciones de las personas autoras

Conceptualización, G, U y P-B, J.; curación de datos, T, E.; software, P-B, J.; análisis formal, P-B, J.; obtención de fondos, G, U.; investigación, G, U.; metodología, A, A. y T, E.; administración del proyecto, G, U.; recursos, G, U.; supervisión, G, U.; validación, A, A. y T, E.; visualización, A, A. y T, E.; redacción – borrador original, P-B, J.; redacción – revisión y edición, P-B, J., T, E.

## Referencias

- Bravo-Jaico, J., Maquen-Niño, G. L. E., Valdivia, N. G. C., Alarcón, R., Aquino, J., & Serquén, O. (2025). Assessing digital transformation maturity in higher education institutions: A correlational analysis by actors and dimensions. *Frontiers in Computer Science*, 7, 1549262.
- Cabero-Almenara, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2021). La evaluación de la educación virtual: Las e-actividades. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 169–188.
- Caena, F., & Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12344>
- Carranza-Yuncor, N. R., Rabanal-León, H. C., Villena Zapata, L. I., & Mora Mau, M. E. (2024). Competencia digital. Análisis comparativo pospandemia en maestros de instituciones urbanas y rurales. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 76(1), 31–48.
- Castaño-Muñoz, J., Costa, P., Hippe, R., & Kampylis, P. (2018). *SELFIE self-reflection tool: Pilot implementation in 650 schools in 14 countries*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/123120>
- Duncan, R., Eden, R., Woods, L., Wong, I., & Sullivan, C. (2022). Synthesizing dimensions of digital maturity in hospitals: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research*, 24(3), e32994.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284. <https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782551>

- Flego, C., & Tei, A. (2025). Innovation Hub Drivers and Activities: A Desktop Assessment for Sustainability. *Sustainability*, 17(17), 7963. <https://doi.org/10.3390/su17177963>
- Google. (2026). *Gemini* [Large language model based on Gemini 1.5]. <https://gemini.google.com/>
- Jurāne-Brēmane, A. (2023). Digital assessment in technology-enriched education: *Thematic review*. *Education Sciences*, 13(5), 522.
- Kampylis, P., Punie, Y., & Devine, J. (2015). *Promoting effective digital-age learning: A European framework for digitally-competent educational organisations*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/545475>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Locize. (2025). *Why offline-first apps are gaining importance*. Locize Blog. <https://www.locize.com/blog/offline-first-apps>
- Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD). (2024, diciembre). *Ministerio de Educación y UNICEF presentan avances del proyecto de Certificación Digital de Centros Educativos "CÓDICERD"*. <https://www.unicef.org/dominicanrepublic/comunicados-prensa/ministerio-de-educacion-y-unicef-presentan-avances-del-proyecto-de-certificacion>
- Paulk, M. C., Curtis, B., Chrissis, M. B., & Weber, C. V. (1993). Capability maturity model, version 1.1. *IEEE Software*, 10(4), 18-27. <https://doi.org/10.1109/52.219617>
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* (Y. Punie, Ed.). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Shapiro, M., Preguiça, N., Baquero, C., & Zawirski, M. (2011). Conflict-free replicated data types. En X. Défago, F. Petit, & V. Villain (Eds.), *Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems* (pp. 386-400). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-24550-3\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-642-24550-3_29)
- Silva, J. L., Vieira, A. C. L., & Silva, S. V. (2024). Digital maturity models: A characterisation study based on a systematic literature review. *Brazilian Business Review*, 21(2), e20221330.
- Strathern, M. (1997). 'Improving ratings': Audit in the British University system. *European Review*, 5(3), 305-321. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1234-981X\(199707\)5:3<305::AID-EURO184>3.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1234-981X(199707)5:3<305::AID-EURO184>3.0.CO;2-4)
- Teichert, R. (2019). Digital transformation maturity: A systematic review of literature. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(6), 1673-1687.
- Umar, M., & Argungu, F. (2024). Offline-capable mobile learning solutions for low-connectivity regions. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 14.
- UNESCO. (2021). *Connectivity in education: Status and recent developments*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNICEF. (2025, diciembre). MINERD, UNICEF y AECID certifican primeros centros educativos del país en estándares de transformación digital. *UNICEF República Dominicana*. <https://www.unicef.org/dominicanrepublic/comunicados->

prensa/minerd-unicef-y-aecid-certifican-primeros-centros-educativos-del-pais-en-transformacion-digital

Vijil, A., El-Serafy, Y., Adam, T., & Haßler, B. (2024). *Data collection and visualisation tools in the education sector in sub-Saharan Africa and South Asia* [Helpdesk Response]. EdTech Hub. <https://doi.org/10.53832/edtechhub.0151>

Vogels, W. (2009). Eventually consistent. *Communications of the ACM*, 52(1), 40–44. <https://doi.org/10.1145/1435417.1435432>