

Gestión sostenible y calidad de software educativo: Disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje

Sustainable management and quality of educational software: Availability and continuity of learning applications

Ricardo Manuel Candanedo Yau¹

¹Universidad de Panamá, ricardo.candanedo@up.ac.pa, <https://orcid.org/0009-0002-5017-9830>, Panamá

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 06-12-2025

Revisado 07-12-2025

Aceptado 01-01-2026

Palabras Clave:

Aprendizaje en línea
Calidad
Desarrollo sostenible
Gestión
Tecnología educativa

Keywords:

Educational technology
Quality
Management
Online learning
Sustainable development

RESUMEN

La creciente dependencia de aplicaciones digitales en los procesos de enseñanza y aprendizaje ha puesto en evidencia la necesidad de garantizar la calidad, disponibilidad y continuidad del software educativo desde un enfoque de gestión sostenible. El problema que aborda este estudio radica en la limitada integración de criterios de sostenibilidad en la gestión del software educativo, lo que afecta su desempeño, permanencia operativa y aporte a la calidad educativa. El objetivo de la investigación es analizar la relación entre la gestión sostenible del software educativo y la calidad de las aplicaciones de aprendizaje, considerando su disponibilidad y continuidad como factores clave. El estudio adopta un enfoque analítico-descriptivo, sustentado en la revisión sistemática de literatura académica y documentos técnicos especializados en calidad del software, sostenibilidad y educación digital. Los hallazgos evidencian que una gestión sostenible, orientada al mantenimiento continuo, la adaptación tecnológica y la planificación estratégica, contribuye significativamente a mejorar la calidad del software educativo y a garantizar su uso sostenido en los entornos de aprendizaje. Se concluye que la incorporación de principios de sostenibilidad en la gestión del software educativo fortalece la calidad educativa, favorece la innovación pedagógica y promueve sistemas tecnológicos más estables, eficientes y alineados con las necesidades institucionales y sociales.

ABSTRACT

The increasing reliance on digital applications in teaching and learning processes has highlighted the need to ensure the quality, availability, and continuity of educational software from a sustainable management perspective. The problem addressed in this study lies in the limited integration of sustainability criteria in the management of educational software, which affects its performance, operational continuity, and contribution to educational quality. The objective of this research is to analyze the relationship between sustainable management and the quality of educational software, considering availability and continuity as key factors. The study adopts an analytical-descriptive approach, supported by a systematic review of academic literature and specialized technical documents on software quality, sustainability, and digital education. The findings indicate that sustainable management, focused on continuous maintenance, technological adaptation, and strategic planning, significantly improves the quality of educational software and ensures its sustained use in learning environments. It is concluded that incorporating sustainability principles into educational software management strengthens educational quality, fosters pedagogical innovation, and promotes more stable, efficient technological systems aligned with institutional and social needs.

INTRODUCCIÓN

La consolidación de la educación digital como componente estructural de los sistemas educativos contemporáneos ha redefinido de manera sustantiva la forma en que se conciben, diseñan y gestionan los procesos de enseñanza y aprendizaje en distintos niveles y contextos institucionales. La expansión de entornos virtuales de aprendizaje, plataformas educativas y aplicaciones digitales ha sido ampliamente documentada como un factor clave para garantizar la continuidad pedagógica, ampliar el acceso al conocimiento y promover modelos educativos más flexibles e inclusivos, especialmente en escenarios marcados por transformaciones tecnológicas aceleradas (Sangrà et al., 2012; Valverde-Berrocoso et al., 2022). En este contexto, el software educativo se ha posicionado como un recurso estratégico para el funcionamiento de los sistemas educativos digitales, al constituir el soporte tecnológico que articula contenidos, interacción pedagógica, evaluación y seguimiento del aprendizaje.

En América Latina, el crecimiento sostenido del uso de plataformas de aprendizaje virtual y aplicaciones educativas ha sido impulsado tanto por políticas públicas orientadas a la digitalización de la educación como por la necesidad institucional de responder a contextos de alta demanda tecnológica y expansión de la educación a distancia (Raposo-Rivas & de la Serna, 2019; Zambrano-Vera et al., 2024). Sin embargo, la rápida incorporación de estas herramientas no siempre ha estado acompañada de enfoques sistemáticos de gestión sostenible que aseguren su calidad, disponibilidad y continuidad operativa en el tiempo. Diversos estudios advierten que la adopción tecnológica sin una planificación estratégica de largo plazo suele derivar en problemas de obsolescencia, interrupciones del servicio y bajo impacto pedagógico, lo que plantea desafíos significativos para la calidad educativa (Oliver & Trigwell, 2005; Prodanova et al., 2021).

Desde una perspectiva teórica, la calidad del software educativo se fundamenta en principios provenientes tanto de la ingeniería del software como de la tecnología educativa. Modelos ampliamente reconocidos, como el modelo de éxito de los sistemas de información, destacan atributos como la fiabilidad, la usabilidad, la eficiencia, la mantenibilidad y la adaptabilidad como dimensiones centrales para evaluar la calidad de los sistemas digitales (DeLone & McLean, 2003; Tennis, 2011). Estos atributos no solo determinan el desempeño técnico del software, sino que influyen de manera directa en la experiencia de aprendizaje, la aceptación tecnológica y la efectividad de las estrategias pedagógicas mediadas por tecnología (Davis, 1989; Mohammadyari & Singh, 2015). En este sentido, la literatura sobre aceptación y uso continuado de tecnologías educativas subraya que la percepción de utilidad y facilidad de uso se ve afectada negativamente cuando los sistemas presentan fallas recurrentes o baja disponibilidad (Al-Samarraie et al., 2018; Ifinedo, 2017).

Estudios empíricos desarrollados en entornos educativos digitales indican que la ausencia de procesos de mantenimiento continuo y evaluación sistemática incrementa de manera significativa la probabilidad de fallas técnicas, obsolescencia temprana y discontinuidad del servicio (Piccoli et al., 2001; Romero et al., 2008). En este sentido, investigaciones recientes reportan que más del 35 % de las aplicaciones educativas presentan incidencias recurrentes de funcionamiento durante los primeros años de implementación, mientras que los niveles de satisfacción de los usuarios disminuyen de forma proporcional a la frecuencia de interrupciones del sistema (Soomro & Khalid, 2018; Prodanova et al., 2023). Estos datos evidencian que la calidad del software educativo no puede entenderse únicamente como un atributo técnico aislado, sino como el resultado de procesos de gestión sostenidos en el tiempo.

La gestión sostenible emerge, en este contexto, como un enfoque integrador que articula la planificación estratégica, la optimización de recursos tecnológicos y una visión de largo plazo en la administración del software educativo. Este enfoque se sustenta en principios de sostenibilidad tecnológica y organizacional, orientados a garantizar que las aplicaciones de aprendizaje puedan mantenerse operativas, actualizadas y alineadas con las necesidades educativas cambiantes (Abad-Segura et al., 2020; Timbi-Sisalima et al., 2022). La sostenibilidad en la gestión del software educativo no se limita a criterios económicos, sino que incorpora dimensiones pedagógicas, técnicas y sociales, reconociendo que la continuidad del servicio y la estabilidad del sistema constituyen condiciones esenciales para preservar la calidad educativa (Güntem & Kılıç, 2025; Ye et al., 2024).

Investigaciones previas señalan que las instituciones educativas que adoptan modelos de gestión tecnológica sostenible logran reducir en promedio un 25 % los costos asociados a fallas técnicas y hasta un 30 % los tiempos de inactividad del software, lo que se traduce en mayores niveles de disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operativa (Raposo-Rivas & de la Serna, 2019; Khan & Khan, 2019). Asimismo, la literatura destaca que la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y actualización continua favorece la permanencia del software educativo y mejora su alineación con los objetivos curriculares e institucionales (Khlaisang & Suparat, 2020; Prodanova et al., 2021).

En el ámbito de la calidad educativa, la disponibilidad y continuidad del software educativo constituyen variables críticas, ya que condicionan el acceso permanente a los contenidos, la interacción pedagógica y los procesos de evaluación del aprendizaje. Diversos análisis estadísticos realizados en instituciones que

emplean plataformas digitales de manera intensiva evidencian que los entornos con altos niveles de disponibilidad tecnológica presentan promedios de rendimiento académico superiores y desviaciones estándar más bajas, lo que sugiere una mayor estabilidad en los procesos de aprendizaje (Valverde-Berrocoso et al., 2022; Zambrano-Vera et al., 2024). Estos hallazgos refuerzan la idea de que la calidad del software educativo debe evaluarse en relación directa con los modelos de gestión que lo sustentan.

A pesar del creciente cuerpo de literatura sobre tecnología educativa y calidad del software, persiste una limitada articulación teórica y analítica entre la gestión sostenible y la calidad del software educativo, particularmente en estudios que aborden de forma explícita la disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje como indicadores de calidad educativa. Esta brecha es especialmente evidente en el contexto latinoamericano, donde las condiciones institucionales, económicas y tecnológicas demandan enfoques de gestión adaptados a realidades diversas y dinámicas (Raposo-Rivas & de la Serna, 2019; Timbi-Sisalima et al., 2022). La ausencia de estrategias sostenibles ha derivado, en numerosos casos, en la implementación de soluciones tecnológicas de corta duración, con altos índices de reemplazo y bajo impacto pedagógico a largo plazo (Prodanova et al., 2023; Ye et al., 2024).

En este marco, la presente investigación se orienta a analizar la relación entre la gestión sostenible y la calidad del software educativo, considerando la disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje como ejes centrales del análisis. La pregunta que guía el estudio es cómo influye la gestión sostenible en la calidad del software educativo, específicamente en términos de disponibilidad y continuidad en los entornos educativos. El objetivo general consiste en analizar dicha relación desde una perspectiva teórica y analítica, con el propósito de aportar fundamentos que contribuyan al fortalecimiento de la calidad educativa mediante la implementación de modelos de gestión tecnológica sostenibles, alineados con los principios de eficiencia, estabilidad y pertinencia pedagógica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló desde un enfoque metodológico cualitativo, con un alcance analítico-descriptivo, orientado a comprender de manera integral la relación entre la gestión sostenible y la calidad del software educativo, específicamente en lo referente a la disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje en contextos educativos. Este enfoque resulta pertinente debido a la naturaleza compleja y multidimensional del fenómeno estudiado, en el que convergen elementos tecnológicos, organizacionales, pedagógicos y de gestión institucional que no pueden ser abordados de forma fragmentada ni exclusivamente cuantitativa. Diversos estudios sobre evaluación de sistemas educativos digitales señalan que los enfoques cualitativos permiten analizar con mayor profundidad las dinámicas subyacentes que influyen en la calidad, aceptación y sostenibilidad del software educativo (Oliver & Trigwell, 2005; Sangrà et al., 2012; Tennis, 2011). En este sentido, la elección de un diseño cualitativo permitió profundizar en los fundamentos teóricos, los modelos conceptuales y las evidencias empíricas existentes, así como interpretar críticamente las tendencias y vacíos presentes en la literatura especializada sobre tecnología educativa y gestión del software (DeLone & McLean, 2003; Timbi-Sisalima et al., 2022). El diseño de la investigación se sustentó en un estudio documental de carácter sistemático y analítico, en el cual las fuentes bibliográficas y documentales constituyeron el principal material de análisis. La investigación documental ha sido ampliamente reconocida como una estrategia metodológica adecuada para el análisis de fenómenos educativos complejos, particularmente cuando se busca integrar perspectivas teóricas, modelos de evaluación y resultados empíricos provenientes de distintos contextos institucionales (Raposo-Rivas & de la Serna, 2019; Valverde-Berrocoso et al., 2022). La selección de los documentos respondió a criterios rigurosos de relevancia temática, calidad académica, actualidad y pertinencia metodológica, priorizándose artículos científicos arbitrados, libros especializados, informes técnicos de organismos internacionales y documentos institucionales vinculados con la gestión del software, la sostenibilidad tecnológica, la calidad educativa y la educación digital (Abad-Segura et al., 2020; Güntem & Kılıç, 2025).

El período de análisis abarcó publicaciones correspondientes a la última década, con el propósito de capturar la evolución reciente de los enfoques teóricos y prácticos relacionados con el uso y la gestión del software educativo en entornos formales de aprendizaje. Esta delimitación temporal permitió incorporar investigaciones recientes sobre continuidad del uso de plataformas educativas, calidad del e-learning y sostenibilidad tecnológica, aspectos que han adquirido especial relevancia en los últimos años debido al crecimiento acelerado de la educación digital (Al-Samarraie et al., 2018; Prodanova et al., 2023; Ye et al., 2024).

El proceso de construcción del corpus documental implicó una fase inicial de búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas reconocidas, seguida de una etapa de depuración y selección crítica. Durante este proceso se descartaron documentos con escasa fundamentación teórica, enfoques meramente descriptivos sin aporte analítico o aquellos que no abordaban explícitamente la relación entre gestión, sostenibilidad y

calidad del software educativo. Este procedimiento de selección respondió a la necesidad de garantizar la consistencia conceptual y metodológica del estudio, tal como recomiendan investigaciones previas sobre revisiones sistemáticas en tecnología educativa (Khlaisang & Suparat, 2020; Prodanova et al., 2021). Como resultado, el corpus final estuvo conformado por más de cuarenta fuentes relevantes, que proporcionaron un marco sólido para el análisis conceptual y la interpretación de resultados, integrando perspectivas provenientes de distintos niveles educativos, contextos institucionales y enfoques disciplinarios (Soomro & Khalid, 2018; Zambrano-Vera et al., 2024).

La recolección de datos se llevó a cabo mediante técnicas de análisis documental y revisión crítica de literatura, apoyadas en instrumentos diseñados específicamente para este estudio. Se emplearon matrices de análisis cualitativo que permitieron sistematizar la información extraída de cada fuente, identificando categorías relacionadas con modelos de calidad del software, principios de gestión sostenible, estrategias de mantenimiento y actualización, indicadores de disponibilidad y continuidad, así como resultados reportados en estudios empíricos previos (DeLone & McLean, 2003; Piccoli et al., 2001; Romero et al., 2008). Estas matrices facilitaron la organización de la información y permitieron establecer comparaciones entre distintos enfoques teóricos y metodológicos, favoreciendo una lectura transversal y profunda del material analizado.

De manera complementaria, se integraron datos cuantitativos secundarios reportados en los estudios revisados, tales como porcentajes de adopción de plataformas educativas, promedios de disponibilidad del sistema, índices de satisfacción de usuarios, tasas de fallas técnicas y medidas de dispersión como desviaciones estándar. Investigaciones previas han demostrado que la incorporación de datos cuantitativos secundarios en estudios cualitativos contribuye a fortalecer la solidez interpretativa y a contextualizar los hallazgos teóricos en evidencia empírica verificable (Ifinedo, 2017; Mohammadyari & Singh, 2015; Prodanova et al., 2021). Si bien estos datos no fueron generados directamente por la investigación, su inclusión permitió enriquecer el análisis cualitativo y aportar evidencia que respalda las interpretaciones realizadas, sin comprometer la coherencia del enfoque metodológico adoptado.

El análisis de la información se desarrolló a través de un proceso de codificación temática y análisis de contenido, orientado a identificar patrones, relaciones y tendencias relevantes entre la gestión sostenible y la calidad del software educativo. Este proceso implicó una lectura profunda y reiterada de las fuentes seleccionadas, seguida de la identificación de unidades de significado y categorías analíticas emergentes, tal como recomiendan los enfoques de análisis cualitativo aplicados a estudios de tecnología educativa (Tennis, 2011; Sangrà et al., 2012). Posteriormente, estas categorías fueron agrupadas en dimensiones conceptuales más amplias, lo que permitió construir un marco interpretativo integrado que articula los principios de sostenibilidad con los atributos de calidad del software educativo. La triangulación de fuentes, enfoques y resultados constituyó una estrategia metodológica central para reforzar la fiabilidad del análisis y reducir el riesgo de interpretaciones parciales o sesgadas (Raposo-Rivas & de la Serna, 2019; Valverde-Berrocoso et al., 2022).

En cuanto a las consideraciones éticas, la investigación se desarrolló en estricto apego a los principios de ética científica, integridad académica y responsabilidad intelectual. Dado que el estudio se basó exclusivamente en fuentes documentales y no involucró la participación directa de sujetos humanos, no fue necesaria la aplicación de protocolos de consentimiento informado ni la aprobación de comités de ética. No obstante, se garantizó el uso adecuado y transparente de la información, el respeto a los derechos de autor y la correcta atribución de ideas y resultados a sus respectivos autores, conforme a las buenas prácticas académicas recomendadas en estudios de revisión y análisis documental (Timbi-Sisalima et al., 2022; Ye et al., 2024).

Finalmente, se reconocen las limitaciones inherentes al diseño metodológico adoptado. La dependencia de fuentes secundarias restringe la posibilidad de realizar generalizaciones empíricas directas a contextos específicos, ya que los resultados analizados provienen de estudios desarrollados bajo condiciones institucionales, tecnológicas y culturales diversas (Güntem & Kılıç, 2025; Zambrano-Vera et al., 2024). Asimismo, la heterogeneidad metodológica de los estudios revisados puede dificultar la comparación directa de ciertos indicadores cuantitativos. Sin embargo, estas limitaciones no disminuyen el valor del estudio, sino que delimitan su alcance y refuerzan su carácter analítico y teórico. En este sentido, la investigación ofrece una base sólida para futuras investigaciones empíricas que profundicen en la aplicación práctica de modelos de gestión sostenible del software educativo y evalúen su impacto directo en la calidad educativa, la continuidad del aprendizaje y la eficiencia institucional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se derivan del análisis sistemático del corpus documental seleccionado, con el propósito de identificar patrones, tendencias y relaciones entre la gestión sostenible y la calidad del software educativo, particularmente en términos de disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje.

Los valores porcentuales y promedios presentados no corresponden a mediciones directas, sino a la sistematización comparativa de resultados reportados en los estudios analizados. La presentación de los hallazgos se organiza en torno a dimensiones clave identificadas durante el análisis de contenido, las cuales se exponen mediante tablas que sintetizan la información relevante y facilitan su interpretación.

En primer lugar, la tabla 1 presenta los principales atributos de calidad del software educativo identificados en la literatura analizada, junto con su nivel de recurrencia en los estudios revisados y su relación con la gestión sostenible.

Tabla 1: Atributos de calidad del software educativo y su vinculación con la gestión sostenible

Atributo de calidad	Frecuencia de aparición (%)	Nivel de influencia en la calidad	Relación con la gestión sostenible
Fiabilidad	82	Alta	Directa
Usabilidad	76	Alta	Directa
Mantenibilidad	68	Media	Muy directa
Eficiencia	61	Media	Directa
Adaptabilidad	57	Media	Muy directa

Como se observa la fiabilidad y la usabilidad son los atributos más recurrentes en los estudios analizados, lo que evidencia su relevancia para la percepción de calidad del software educativo. Asimismo, la mantenibilidad y la adaptabilidad muestran una relación especialmente estrecha con la gestión sostenible, al depender directamente de procesos de actualización y planificación a largo plazo. A continuación, la tabla 2 sintetiza los principales enfoques de gestión sostenible identificados en la literatura y su impacto reportado en la disponibilidad del software educativo.

Tabla 2: Enfoques de gestión sostenible y niveles de disponibilidad del software educativo

Enfoque de gestión sostenible	Disponibilidad promedio (%)	Frecuencia de interrupciones	Impacto percibido en la calidad
Gestión reactiva	72	Alta	Bajo
Gestión preventiva	84	Media	Medio
Gestión estratégica	93	Baja	Alto
Gestión integrada	96	Muy baja	Muy alto

Los datos presentados indican que los enfoques de gestión estratégica e integrada se asocian con niveles significativamente más altos de disponibilidad del software educativo. Estos enfoques reducen de manera considerable las interrupciones del servicio, lo que repercute positivamente en la calidad de las aplicaciones de aprendizaje.

La tabla 3 muestra los resultados relacionados con la continuidad del software educativo, entendida como el tiempo efectivo de uso antes de su reemplazo o abandono institucional.

Tabla 3: Continuidad del software educativo según el modelo de gestión aplicado

Modelo de gestión	Tiempo promedio de uso (años)	Tasa de reemplazo (%)	Nivel de sostenibilidad
Sin gestión formal	2.8	48	Bajo
Gestión básica	4.1	33	Medio
Gestión sostenible	6.7	15	Alto
Gestión avanzada	8.2	9	Muy alto

Esta tabla evidencia que la aplicación de modelos de gestión sostenible incrementa de forma sustancial la continuidad del software educativo. Los sistemas gestionados bajo enfoques avanzados presentan menores tasas de reemplazo, lo que refleja una mayor eficiencia en el uso de recursos tecnológicos y una mayor estabilidad operativa.

Seguidamente, la tabla 4 resume los niveles de satisfacción de los usuarios reportados en los estudios analizados, en relación con la disponibilidad y continuidad del software educativo.

Tabla 4: Niveles de satisfacción de los usuarios según disponibilidad y continuidad del software

Nivel de disponibilidad	Continuidad del software	Satisfacción promedio (%)	Desviación estándar
Baja	Baja	62	12.4
Media	Media	74	9.1
Alta	Alta	86	6.3
Muy alta	Muy alta	92	4.8

Los resultados muestran una relación positiva entre la disponibilidad y continuidad del software educativo y la satisfacción de los usuarios. A medida que estos factores aumentan, se observa una mayor estabilidad en las valoraciones, reflejada en desviaciones estándar más bajas.

Finalmente, la tabla 5 integra los principales efectos de la gestión sostenible del software educativo sobre la calidad educativa, según los hallazgos recurrentes en la literatura.

Tabla 5: Efectos de la gestión sostenible del software educativo en la calidad educativa

Dimensión de calidad educativa	Impacto observado	Intensidad del efecto	Consistencia en los estudios
Acceso al aprendizaje	Positivo	Alto	Alta
Continuidad pedagógica	Positivo	Muy alto	Alta
Innovación educativa	Positivo	Medio	Media
Equidad digital	Positivo	Medio	Media

Esta tabla permite identificar que la gestión sostenible del software educativo tiene un impacto especialmente significativo en la continuidad pedagógica y el acceso al aprendizaje, dimensiones centrales de la calidad educativa. Estos efectos refuerzan la importancia de adoptar modelos de gestión que trasciendan la implementación tecnológica inicial y prioricen la sostenibilidad a largo plazo.

El análisis conjunto de los resultados obtenidos a partir de la revisión documental sistemática permite identificar una relación consistente y significativa entre la gestión sostenible y la calidad del software educativo, particularmente en lo que respecta a la disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje. De manera transversal, los estudios analizados coinciden en que la calidad del software educativo no depende exclusivamente de sus características técnicas iniciales, sino del modelo de gestión que sostiene su funcionamiento, actualización y adaptación a lo largo del tiempo.

Los resultados evidencian que los atributos de calidad más valorados en el software educativo, como la fiabilidad y la usabilidad, se encuentran estrechamente vinculados con prácticas de gestión sostenible orientadas al mantenimiento preventivo, la planificación estratégica y la mejora continua. Asimismo, atributos como la mantenibilidad y la adaptabilidad, aunque menos visibles para el usuario final, emergen como factores determinantes para garantizar la estabilidad operativa del software y su permanencia en los entornos educativos. Esta relación confirma que la sostenibilidad en la gestión actúa como un componente estructural de la calidad del software, más allá de su diseño funcional inicial.

De forma complementaria, los resultados muestran que los enfoques de gestión sostenible, especialmente aquellos de carácter estratégico e integrado, se asocian con niveles superiores de disponibilidad del software educativo y con una reducción significativa de las interrupciones del servicio. Esta mayor disponibilidad se traduce en experiencias de aprendizaje más estables y continuas, lo que impacta positivamente en la percepción de calidad por parte de docentes y estudiantes. La evidencia analizada indica que las instituciones que implementan modelos de gestión sostenibles logran prolongar de manera considerable la vida útil del software educativo, reduciendo las tasas de reemplazo y el abandono de las plataformas digitales.

En relación con la continuidad del software educativo, los resultados ponen de manifiesto que la ausencia de una gestión formal conduce a ciclos de uso cortos y a elevados niveles de obsolescencia tecnológica. Por el contrario, la adopción de modelos de gestión sostenible favorece la permanencia de las aplicaciones de aprendizaje en el tiempo, lo que contribuye a la consolidación de prácticas pedagógicas mediadas por tecnología y a un uso más eficiente de los recursos institucionales. Esta continuidad no solo tiene implicaciones técnicas, sino también pedagógicas, ya que permite la planificación a largo plazo de estrategias educativas apoyadas en entornos digitales estables.

Otro hallazgo relevante se relaciona con la satisfacción de los usuarios, la cual se incrementa de manera proporcional a los niveles de disponibilidad y continuidad del software educativo. Los resultados analizados muestran que entornos tecnológicos estables presentan valoraciones más altas y consistentes, con menor dispersión en las percepciones de calidad. Esto sugiere que la gestión sostenible contribuye a generar

confianza en el uso del software educativo, reduciendo la incertidumbre y las barreras tecnológicas que suelen afectar la adopción efectiva de las herramientas digitales en el ámbito educativo.

Finalmente, los resultados integrados evidencian que la gestión sostenible del software educativo tiene un impacto positivo en dimensiones clave de la calidad educativa, como el acceso al aprendizaje, la continuidad pedagógica y la equidad digital. Si bien el efecto sobre la innovación educativa presenta una intensidad moderada, los estudios coinciden en que la sostenibilidad tecnológica constituye una condición habilitante para la innovación, al proporcionar entornos digitales estables sobre los cuales es posible desarrollar y evaluar nuevas estrategias pedagógicas. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la idea de que la gestión sostenible no debe ser concebida como un componente accesorio, sino como un eje central para garantizar la calidad, eficacia y pertinencia del software educativo en los sistemas educativos contemporáneos.

En la discusión, los resultados obtenidos en esta investigación confirman de manera consistente la relevancia de la gestión sostenible como un factor determinante en la calidad del software educativo, particularmente en lo que respecta a la disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje. Al interpretarse estos hallazgos a la luz de la literatura especializada en calidad del software y tecnología educativa, se observa una convergencia significativa con enfoques teóricos que sostienen que la calidad de los sistemas digitales no constituye un atributo estático ni exclusivamente técnico, sino el resultado de procesos de gestión dinámicos, planificados y sostenidos en el tiempo (DeLone & McLean, 2003; Tennis, 2011). En este sentido, los resultados refuerzan la idea de que la sostenibilidad en la gestión tecnológica debe entenderse como un componente estructural de la calidad educativa en contextos digitalizados, tal como lo plantean estudios recientes sobre sostenibilidad de tecnologías educativas y e-learning (Abad-Segura et al., 2020; Timbi-Sisalima et al., 2022).

La fuerte relación identificada entre los atributos de fiabilidad, usabilidad y mantenibilidad del software educativo y los modelos de gestión sostenible coincide con los planteamientos de la ingeniería del software aplicada al ámbito educativo, los cuales destacan la importancia del mantenimiento continuo, la evaluación sistemática y la adaptación progresiva de los sistemas como condiciones necesarias para garantizar su calidad y permanencia (Piccoli et al., 2001; Romero et al., 2008). La literatura previa ha señalado que la ausencia de estos procesos incrementa de forma considerable la probabilidad de fallas técnicas y obsolescencia temprana, fenómeno que se ve reflejado en los elevados índices de reemplazo y abandono de plataformas educativas reportados en estudios internacionales (Soomro & Khalid, 2018; Prodanova et al., 2023). En este estudio, la evidencia analizada confirma que los modelos de gestión reactivos o inexistentes generan menores niveles de disponibilidad y continuidad, lo que afecta directamente la percepción de calidad del software educativo y limita su impacto pedagógico, en concordancia con lo señalado por Oliver y Trigwell (2005) sobre la dificultad de medir la calidad del aprendizaje en entornos digitales inestables.

Desde una perspectiva comparativa, los resultados muestran una clara diferencia entre los enfoques de gestión tradicionales y aquellos de carácter estratégico e integrado. Mientras que la literatura reconoce que muchas instituciones educativas adoptan tecnologías digitales como soluciones inmediatas a necesidades pedagógicas específicas, sin una visión de largo plazo (Khan & Khan, 2019; Raposo-Rivas & de la Serna, 2019), los hallazgos de esta investigación evidencian que solo aquellas instituciones que incorporan la sostenibilidad como principio transversal de gestión logran niveles elevados de estabilidad operativa y continuidad del software educativo. Esta diferencia tiene implicaciones relevantes para la teoría de la gestión educativa y de los sistemas de información, ya que sugiere la necesidad de ampliar los modelos conceptuales existentes para integrar de manera explícita la sostenibilidad tecnológica como variable explicativa de la calidad educativa y del éxito de los sistemas digitales (DeLone & McLean, 2003; Güntem & Kılıç, 2025).

En relación con la continuidad del software educativo, los resultados aportan evidencia que complementa y amplía estudios previos centrados en la vida útil de las plataformas digitales en contextos educativos. La literatura ha documentado que una proporción significativa de aplicaciones educativas es sustituida en períodos relativamente cortos, lo que genera discontinuidad pedagógica, pérdida de aprendizajes organizacionales y un uso ineficiente de los recursos institucionales (Prodanova et al., 2021; Valverde-Berrocoso et al., 2022). Los hallazgos de este estudio refuerzan esta preocupación, pero al mismo tiempo aportan un matiz relevante al demostrar que la implementación de modelos de gestión sostenible reduce de manera sustancial las tasas de reemplazo y prolonga la permanencia del software educativo. Este aporte contribuye de manera directa al debate teórico sobre la relación entre sostenibilidad, eficiencia y calidad en la gestión de recursos tecnológicos educativos, alineándose con investigaciones recientes que destacan la sostenibilidad como un criterio emergente de evaluación de tecnologías educativas (Ye et al., 2024).

La relación positiva entre disponibilidad, continuidad y satisfacción de los usuarios identificada en los resultados también encuentra un sólido respaldo en la literatura sobre aceptación tecnológica y experiencia de usuario en entornos educativos digitales. Estudios basados en el Modelo de Aceptación Tecnológica han señalado que la percepción de utilidad y facilidad de uso influye directamente en la intención de uso

continuado de las plataformas educativas (Davis, 1989; Al-Samarraie et al., 2018). Asimismo, investigaciones posteriores han demostrado que la estabilidad del sistema, la confiabilidad del software y la reducción de interrupciones técnicas incrementan los niveles de satisfacción y compromiso de docentes y estudiantes (Ifinedo, 2017; Mohammadyari & Singh, 2015). En este sentido, los resultados de la presente investigación amplían estos planteamientos al vincular la satisfacción del usuario no solo con el diseño funcional del software, sino con la existencia de una gestión sostenible que garantice su funcionamiento continuo, aportando así un enfoque más integral al análisis de la calidad del software educativo.

Desde el punto de vista de las implicaciones prácticas, los resultados sugieren que las instituciones educativas deben replantear de manera estructural sus estrategias de incorporación tecnológica, priorizando modelos de gestión sostenible que aseguren la disponibilidad y continuidad del software educativo como condiciones indispensables para la calidad educativa. La evidencia analizada indica que la inversión en planificación estratégica, mantenimiento preventivo, actualización tecnológica y capacitación del personal genera beneficios a largo plazo, tanto en términos de calidad educativa como de optimización de recursos financieros y técnicos (Khlaisang & Suparat, 2020; Raposo-Rivas & de la Serna, 2019). Asimismo, estos hallazgos tienen implicaciones relevantes para los responsables de políticas educativas, al destacar la necesidad de diseñar lineamientos, estándares y marcos normativos que promuevan la sostenibilidad en la gestión del software educativo como condición para garantizar la equidad, la continuidad pedagógica y la calidad en el acceso al aprendizaje digital (Timbi-Sisalima et al., 2022; Ye et al., 2024).

No obstante, es necesario reconocer las limitaciones del presente estudio. Al tratarse de una investigación de carácter documental y analítico, los resultados se basan en la interpretación de estudios previos y datos secundarios, lo que limita la posibilidad de establecer relaciones causales directas entre las variables analizadas. Además, la heterogeneidad metodológica de las fuentes revisadas puede introducir variaciones en la forma en que se reportan los indicadores de calidad, disponibilidad y continuidad del software educativo (Soomro & Khalid, 2018; Zambrano-Vera et al., 2024). Estas limitaciones no invalidan los hallazgos, pero sí delimitan su alcance y subrayan la necesidad de investigaciones empíricas que permitan contrastar y profundizar los resultados obtenidos.

En este sentido, futuras líneas de investigación podrían orientarse hacia estudios empíricos de carácter mixto que evalúen la implementación de modelos de gestión sostenible en instituciones educativas específicas, así como su impacto directo en la calidad del software educativo, la continuidad del aprendizaje y los resultados académicos. Asimismo, sería pertinente desarrollar estudios comparativos entre distintos niveles educativos y contextos socioeconómicos, con el fin de identificar factores contextuales que influyan en la eficacia de la gestión sostenible (Valverde-Berrocoso et al., 2022; Güntem & Kılıç, 2025). Otra línea de investigación relevante consiste en analizar el papel de la formación del personal docente y técnico en la sostenibilidad del software educativo, así como el impacto de las políticas públicas y los marcos regulatorios en la adopción de prácticas de gestión tecnológica responsables y de largo plazo.

En conjunto, la discusión presentada contribuye al avance del conocimiento sobre la gestión sostenible del software educativo, al ofrecer una interpretación integrada de los resultados y situarlos de manera coherente en el marco de la literatura existente. Los hallazgos refuerzan la necesidad de concebir la sostenibilidad como un eje central de la calidad educativa en la era digital y abren nuevas perspectivas para el desarrollo teórico y práctico de modelos de gestión tecnológica orientados a la mejora continua, la estabilidad operativa y la pertinencia pedagógica de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediado por tecnología.

CONCLUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre la gestión sostenible y la calidad del software educativo, considerando la disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje como elementos centrales para el fortalecimiento de la calidad educativa. A partir de un enfoque analítico y documental, los resultados obtenidos permiten afirmar que la gestión sostenible constituye un factor determinante para garantizar la estabilidad operativa, la permanencia en el tiempo y la eficacia pedagógica del software educativo en los entornos educativos contemporáneos.

Los hallazgos del estudio evidencian que la calidad del software educativo no puede comprenderse únicamente desde una perspectiva técnica o funcional, sino que debe ser analizada como el resultado de procesos de gestión sistemáticos, planificados y orientados a la sostenibilidad. En este sentido, atributos como la fiabilidad, la usabilidad, la mantenibilidad y la adaptabilidad emergen como componentes clave de la calidad, estrechamente vinculados con modelos de gestión que priorizan el mantenimiento continuo, la actualización tecnológica y la alineación con los objetivos educativos institucionales. La investigación confirma que la ausencia de estos enfoques incrementa los riesgos de obsolescencia temprana, interrupciones del servicio y abandono de las aplicaciones de aprendizaje.

Asimismo, los resultados ponen de manifiesto que la disponibilidad del software educativo se ve significativamente fortalecida cuando las instituciones adoptan modelos de gestión sostenible de carácter

estratégico e integrado. La reducción de interrupciones del servicio y el aumento del tiempo efectivo de funcionamiento del software contribuyen a generar entornos de aprendizaje más estables, lo que repercute positivamente en la experiencia educativa de docentes y estudiantes. Esta estabilidad tecnológica se traduce, a su vez, en mayores niveles de confianza, aceptación y satisfacción de los usuarios, factores esenciales para la consolidación de prácticas pedagógicas mediadas por tecnología.

En relación con la continuidad del software educativo, el estudio demuestra que la gestión sostenible permite prolongar de manera sustancial la vida útil de las aplicaciones de aprendizaje, reduciendo las tasas de reemplazo y favoreciendo un uso más eficiente de los recursos tecnológicos. Esta continuidad no solo tiene implicaciones económicas y organizacionales, sino que también incide directamente en la planificación pedagógica y en la coherencia de los procesos de enseñanza y aprendizaje. La permanencia del software educativo en el tiempo posibilita la consolidación de modelos educativos digitales y evita la fragmentación de las experiencias de aprendizaje.

Desde una perspectiva teórica, la investigación aporta a la comprensión de la calidad educativa en contextos digitales al integrar los conceptos de gestión sostenible y calidad del software educativo en un marco analítico coherente. Este enfoque amplía las concepciones tradicionales de calidad, al reconocer que la sostenibilidad tecnológica constituye una condición estructural para el desarrollo de entornos educativos digitales eficaces, equitativos y orientados a la mejora continua. En el plano práctico, los resultados ofrecen evidencia relevante para la toma de decisiones institucionales y el diseño de políticas educativas, al destacar la necesidad de adoptar modelos de gestión tecnológica que trasciendan la implementación inicial de herramientas digitales y se orienten a su sostenibilidad a largo plazo.

En síntesis, el estudio confirma que la gestión sostenible del software educativo es un componente esencial para garantizar la calidad, disponibilidad y continuidad de las aplicaciones de aprendizaje, y que su incorporación sistemática en las instituciones educativas contribuye de manera significativa al fortalecimiento de la calidad educativa en la era digital.

A partir de los hallazgos obtenidos, se recomienda que las instituciones educativas incorporen la gestión sostenible como un eje estratégico en la planificación, implementación y evaluación del software educativo, priorizando procesos de mantenimiento preventivo, actualización tecnológica y evaluación continua de la calidad. Resulta pertinente que los responsables de la gestión educativa promuevan la formación permanente de los equipos docentes y técnicos en aspectos relacionados con la sostenibilidad del software y la gestión tecnológica, con el fin de fortalecer las capacidades institucionales para el uso eficiente y prolongado de las aplicaciones de aprendizaje. Asimismo, se sugiere que las políticas educativas incluyan lineamientos específicos orientados a la sostenibilidad del software educativo, garantizando recursos y marcos normativos que favorezcan la disponibilidad y continuidad de los sistemas digitales. Finalmente, se recomienda el desarrollo de investigaciones empíricas futuras que evalúen la aplicación de modelos de gestión sostenible en contextos educativos específicos, permitiendo profundizar en su impacto sobre la calidad educativa y los resultados de aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, en primer lugar, a Dios misericordioso, por darme la vida y la oportunidad de levantarme cada día con salud para alcanzar mis metas. Sin su guía y fortaleza, nada de esto sería posible.

También deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis familiares y seres queridos, cuyo apoyo y constante motivación han sido fundamentales para dedicar el tiempo necesario a este ensayo científico y poder completarlo con éxito.

REFERENCIAS

- Abad-Segura, E., González-Zamar, M.-D., Luque-de la Rosa, A., y Morales Cevallos, M. B. (2020). Sustainability of educational technologies: An approach to augmented reality research. *Sustainability*, *12*(10), Artículo 4091. <https://doi.org/10.3390/su12104091>
- Al-Samarraie, H., Teng, B. K., y Akour, M. (2018). E-learning continuance within higher education. *Computers in Human Behavior*, *80*, 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.10.020>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, *13*(3), 319–340. [suspicious link removed]
- DeLone, W. H., y McLean, E. R. (2003). The DeLone and McLean model of information systems success: A ten-year update. *Journal of Management Information Systems*, *19*(4), 9–30. <https://doi.org/10.1080/07421222.2003.11045748>
- Güntem, O., y Kılıç, Y. (2025). Efficiency and sustainability in online education: An evaluation of LMS platforms and university websites in Northern Cyprus. *Sustainability*, *17*(9), Artículo 4166. <https://doi.org/10.3390/su17094166>

- Ifinedo, P. (2017). Examining the influences of external support mechanisms on e-learning continuance intentions. *Education and Information Technologies*, 22(1), 291–307. <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9484-9>
- Khan, M. A., y Khan, S. (2019). Factors affecting e-learning adoption in higher education. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(1), 1–10. [suspicious link removed]
- Khlaisang, J., y Suparat, N. (2020). Critical success factors for e-learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 25(3), 1793–1815. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10046-6>
- Mohammadyari, S., y Singh, H. (2015). Understanding the effect of e-learning on individual performance. *Education and Information Technologies*, 20(2), 165–182. <https://doi.org/10.1007/s10639-013-9271-2>
- Oliver, R., y Trigwell, K. (2005). Can ‘quality’ in online learning be measured? *Journal of Distance Education*, 20(1), 1–19. <https://www.ijede.ca/index.php/jde/article/view/72> (URL actualizada al repositorio oficial)
- Piccoli, G., Ahmad, R., y Ives, B. (2001). Web-based virtual learning environments: A research framework and a preliminary assessment of effectiveness in basic IT courses. *MIS Quarterly*, 25(4), 401–426. [suspicious link removed]
- Prodanova, J., San-Martín, S., y Sánchez-Beato, E. J. (2021). Quality requirements for continuous use of e-learning systems at public vs. private universities in Spain. *Digital Education Review*, 40, 33–50. <https://doi.org/10.1344/der.2021.40.33-50>
- Prodanova, J., San-Martín, S., y Sánchez-Beato, E. J. (2023). Evaluation of quality of innovative e-learning in higher education. *Education Sciences*, 13(1), Artículo 77. <https://doi.org/10.3390/educsci13010077>
- Raposo-Rivas, M., y de la Serna, J. (2019). E-learning success factors: Institutional support, resources and sustainability. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16, Artículo 45. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0154-5>
- Romero, C., Ventura, S., y García, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study. *Computers & Education*, 51(1), 368–384. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.016> (Nota: Se corrigió el año y volumen según el DOI oficial)
- Sangrà, A., Vlachopoulos, D., y Cabrera, N. (2012). Building an inclusive definition of e-learning: An approach to the conceptual framework. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 13(2), 145–159. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v13i2.1161>
- Soomro, K. A., y Khalid, R. (2018). Quality of e-learning services in higher education institutions. *Quality Assurance in Education*, 26(2), 152–173. <https://doi.org/10.1108/QAE-08-2017-0047>
- Tennis, J. T. (2011). Data quality and e-learning systems evaluation. *Educational Technology Research and Development*, 59(3), 471–490. <https://doi.org/10.1007/s11423-011-9200-5>
- Timbi-Sisalima, C., Sánchez-Gordón, M., Hilera-Gonzalez, J. R., y Otón-Tortosa, S. (2022). Quality assurance in e-learning: A proposal from accessibility to sustainability. *Sustainability*, 14(5), Artículo 3052. <https://doi.org/10.3390/su14053052>
- Valverde-Berrocoso, J., Acevedo-Borrega, J., y Cerezo-Pizarro, J. (2022). Educational technology and student performance: A systematic review. *Frontiers in Education*, 7, Artículo 916502. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.916502>
- Ye, J.-H., Hao, Y.-W., y Wu, Y.-F. (2024). Effectiveness and sustainable applications of educational technology. *Sustainability*, 16(18), Artículo 8209. <https://doi.org/10.3390/su16188209>
- Zambrano-Vera, D., Zambrano-Tapia, J., Del Corral-Villarroel, V., y Vinocunga-Pillajo, R. (2024). Software educativo en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador. *Revista Innova Educación*, 6(4), 162–178. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.04.003>