ISSN: 1135-9250

Edutec

Revista Electrónica de Tecnología Educativa

Trimestral

NÚMERO 97 - Septiembre 2026

SECCIÓN GENERAL







Publicado: 30-09-2026
https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97

®2026 - Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa
e-ISSN: 1135-9250
Grupo de Tecnología Educativa (GTE)
Universitat de les Illes Balears- Palma (España)

Efectos de la digitalización municipal en el aprendizaje escolar p-
ostpandemia. Evidencia desde Chile 2
Desarrollo de habilidades de pensamiento mediante robótica
educativa en educación inicial. Una revisión sistemática 15
Percepción docente sobre tecnologías digitales en laboratorios
de ciencias en secundaria 37
Impacto de la capacitación en moodle en las competencias
digitales docentes de educación técnico-productiva 55
Impacto de la Inteligencia Artificial sobre el aprendizaje de los est-
udiantes. Un estudio internacional exploratorio 74
El Pensamiento Computacional y la Realidad Extendida en la
enseñanza de la biodiversidad. Una revisión con Litmaps y
NotebookLM 87
La protección de la infancia en la sociedad digital las voces del
alumnado de educación primaria como protagonistas 99
Evaluación de una herramienta web para facilitar el estudio de
las matemáticas en Educación Secundaria 117
La tecnología digital en acción para la aventura de Cristóbal Coló
n 134
Comprender el liderazgo educativo en contextos de digitalización
. Un análisis basado en incidentes críticos 152

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

Efectos de la digitalización municipal en el aprendizaje escolar postpandemia: evidencia desde Chile

Effects of municipal digitization on post-pandemic school learning: evidence from Chile

Francisco A. Gálvez-Gamboa (F.A.G.-G.). Universidad Católica del Maule (Chile)

Palmenia Pinochet-Quiroz (P.P.-Q.). Universidad de Talca (Chile)

Ana Navarro-Ortiz (A.N.-O.). Universidad Católica del Maule (Chile)

Javiera Muñoz-Riquelme (J. M.-R.). Universidad Católica del Maule (Chile)

RESUMEN

La pandemia de COVID-19 impactó profundamente la educación debido al cierre prolongado de escuelas. En este contexto, la tecnología disponible en los territorios fue clave para sostener la continuidad del aprendizaje. Este estudio analiza la relación entre el nivel de digitalización municipal y el rendimiento educativo posterior a la pandemia, incorporando condiciones socioeconómicas estructurales. Se empleó un enfoque cuantitativo utilizando datos agregados a nivel municipal en Chile. La variable dependiente corresponde al cambio en los puntajes SIMCE de lectura y matemáticas antes y después de la pandemia, y la principal variable explicativa fue un índice de digitalización construido para cada municipio. Se estimaron modelos logit multinomial con controles por pobreza, ruralidad e ingresos locales. Los resultados revelan una relación significativa entre mayor digitalización y menores caídas en el rendimiento académico, sugiriendo que la infraestructura tecnológica influyó en la resiliencia educativa frente a la crisis. Sin embargo, el efecto de la digitalización varió según características estructurales de los municipios. La evidencia destaca el rol estratégico de la digitalización para enfrentar disrupciones educativas, aunque su efectividad puede verse condicionada por desigualdades territoriales preexistentes. Este hallazgo refuerza la necesidad de políticas que integren capacidades digitales y condiciones estructurales para fortalecer la equidad educativa.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic had a profound impact on education due to the prolonged closure of schools. In this context, the technology available in the territories was key to sustaining the continuity of learning. This study analyzes the relationship between the level of municipal digitization and educational performance after the pandemic, incorporating structural socioeconomic conditions. A quantitative approach was used, employing aggregated data at the municipal level in Chile. The dependent variable corresponds to the change in SIMCE scores in reading and mathematics before and after the pandemic, and the main explanatory variable was a digitization index constructed for each municipality. Multinomial logit models were estimated with controls for poverty, rurality, and local income. The results reveal a significant relationship between greater digitization and smaller declines in academic performance, suggesting that technological infrastructure influenced educational resilience in the face of the crisis. However, the effect of digitization varied according to the structural characteristics of the municipalities. The evidence highlights the strategic role of digitization in addressing educational disruptions, although its effectiveness may be conditioned by pre-existing territorial inequalities. This finding reinforces the need for policies that integrate digital capabilities and structural conditions to strengthen educational equity.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

Educación a distancia, desigualdad educativa, tecnología digital, rendimiento académico, COVID-19.

Distance Education, Educational Inequality, Digital Technology, Academic Achievement, COVID-19

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 21-09-2025
Aceptado: 19-03-2026

1. INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 tuvo un impacto profundo en muchos aspectos de nuestra sociedad y los sistemas educativos no fueron la excepción. Se estima que al menos un 94% del estudiantado a nivel mundial se vio afectado por las decisiones adoptadas en los sistemas escolares a raíz del COVID-19 (Pokhrel & Chhetri, 2021a). Las medidas como el confinamiento y el cierre de escuelas alteraron drásticamente la forma en que se enseña, destacando la urgente necesidad de adoptar soluciones innovadoras, como la enseñanza y el aprendizaje digital (Pokhrel & Chhetri, 2021b). Sin embargo, este nuevo enfoque educativo también puso de manifiesto las brechas que ya existían, especialmente entre estudiantes de bajos recursos, minorías étnicas y aquellos en áreas rurales, quienes enfrentaron dificultades debido al acceso limitado a la tecnología, internet y recursos educativos que se disponían a través de estos medios (Gee et al., 2023).

La pandemia reveló que la brecha digital no se trata solo de tener acceso a dispositivos o conectividad, sino que podría reflejar las desigualdades educativas más amplias. En ese contexto, el nivel de digitalización y las habilidades tecnológicas se volvieron cruciales en la capacidad de utilizar la tecnología de manera efectiva y mantener la continuidad en los procesos de enseñanza (Pokhrel & Chhetri, 2021b; Villao Salinas & Matamoros Dávalos, 2024). Es así como, la brusca transición de un modelo de enseñanza presencial a uno completamente en línea expuso las desigualdades en el acceso y uso de la tecnología preexistentes. Según datos de UNICEF (2020), al menos 463 millones de estudiantes en todo el mundo no pudieron acceder a la educación remota durante el cierre de escuelas, debido a la falta de conectividad o equipos tecnológicos adecuados para mantener los procesos educativos.

El regreso a las escuelas después de la pandemia también reveló profundas desigualdades, en un contexto donde los países de menor ingreso y nivel de desarrollo mantuvieron las escuelas por más tiempo cerradas (Özdemir et al., 2022; Psacharopoulos et al., 2020). Dentro los factores que aumentaron estas desigualdades y llevaron a niveles de aprendizaje por debajo de lo esperado están: el aislamiento, la sobrecarga de la familia, el acceso a internet y las oportunidades de acompañamiento pedagógico, entre otros (Murillo Rojas, 2022). A estos factores, se suman otros estructurales como el desigual acceso a recursos educativos y barreras socioeconómicas (Fu et al., 2024). De hecho, algunos de los estudios han mostrado que, las brechas de aprendizaje por niveles socioeconómicos aumentaron durante la pandemia producto del cierre de las escuelas (Hevia et al., 2022).

Frente a este escenario, diversos estudios indican que la digitalización se configura como un eje transversal de la desigualdad en los aprendizajes y, al mismo tiempo, como un mecanismo compensador frente a barreras geográficas durante la pandemia (Herrera Varela, 2023). No obstante, su efectividad varía en contextos de alta vulnerabilidad. Es así como, durante la pandemia por COVID-19, las brechas en el acceso a infraestructura y tecnología podrían explicar parte de las diferencias en los niveles de aprendizaje logrado por el estudiantado (Olanrewaju et al., 2021). Estas brechas de aprendizaje, a su vez, pueden entenderse como un reflejo y una extensión de inequidades preexistentes, en las que el estudiantado proveniente de familias y entornos con mayor nivel socioeconómico contaban con más ventajas para afrontar desafíos como la educación en línea (Bailey et al., 2021; Guo & Wan, 2022).

La evidencia muestra que el cierre escolar producto de la pandemia intensificó las brechas de aprendizaje, sobre todo en entornos digitales en contextos urbanos y rurales, principalmente porque el estudiantado de zonas rurales enfrentó mayores dificultades por falta de tecnología, infraestructura, entre otros factores (Mathrani et al., 2023). Por ejemplo, algunos autores sugieren que las brechas fueron persistentes, particularmente en sectores rurales (Hampton et al., 2023; Zhao et al., 2022). Por otro lado, los estudios a la fecha muestran aumento en las diferencias en las pruebas estandarizadas entre estudiantes con altos y bajos niveles de pobreza producto del acceso a recursos durante el cierre de las escuelas (Kuhfeld et al., 2022). Estudios como el desarrollado por Bracco et al. (2025) muestran que el cierre prolongado y las limitaciones del aprendizaje digital durante la pandemia pueden tener impactos persistentes en el desarrollo del capital humano, sobre todo en los territorios más vulnerables. Así, la pandemia por COVID-19 amplificó brechas y desigualdades territoriales, con impactos asimétricos que afectaron mayormente a regiones más vulnerables (Bourdin et al., 2024). Las desigualdades preexistentes se intensificaron, donde los territorios más pobres enfrentaron más barreras para adaptarse a las restricciones sanitarias, además de brechas persistentes en cuanto a los resultados educativos entre zonas de alto y bajo ingreso (Dodds et al., 2020; Jeong et al., 2023).

En el caso de Chile, uno de los países con cierres escolares más extensos a nivel mundial, la situación puso en evidencia brechas estructurales del sistema educativo. La transición a la enseñanza digital, intensificó las desigualdades preexistentes, especialmente en los sectores con menor acceso a tecnología (Gelber et al., 2021). Las escuelas de zonas de bajos recursos tuvieron menor probabilidad de retomar la presencialidad y permanecieron cerradas por más tiempo, lo que contribuyó al aumento de las brechas educativas (Kuzmanic et al., 2023). En el país, el 27% del estudiantado del quintil socioeconómico más bajo accedió a formación en línea, en contraste con el 89% del quintil más alto. Asimismo, el 77% del estudiantado más vulnerable reportó tener acceso a un dispositivo, frente al 97% de los hogares con mayores ingresos (König & Frey, 2022; Ministerio de Educación, Centro de Estudios, 2020). Estas cifras reflejan no solo desigualdades materiales, sino también diferencias estructurales asociados a la conectividad y falta de dispositivos, particularmente en estas zonas rurales y alejadas de las grandes urbes (Zamir & Wang, 2023).

En ese contexto, los resultados de aprendizaje en Chile mostraron un deterioro generalizado en lectura, siendo más notorio en estudiantes de primero a cuarto grado (Canales et al., 2022). También, los resultados en matemáticas revelaron una caída de magnitud histórica (Montiel, 2023). Esta situación se acentuó entre quienes físicamente se encontraban en zonas geográficas aisladas (Cai et al., 2020; Korkmaz et al., 2022). La evidencia post-COVID demuestra que esta desigualdad digital impactó de manera importante en el aprendizaje. Estudios como los de Hammerstein et al. (2021) y Schult et al. (2022) sobre el impacto del cierre de los colegios, exponen diversos resultados negativos asociados al aprendizaje donde la atención se centra en el estudiantado menor y proveniente de familias de entornos más vulnerables .

En relación con ello, la digitalización aparece como un factor facilitador que, cuando se encuentra adecuadamente implementado, puede contribuir al aprendizaje (Sklyarova & Kharlamova, 2021). La pandemia evidenció que la digitalización ha dejado de ser solo una herramienta auxiliar del sistema educativo para convertirse en una condición estructural fundamental que determina la capacidad de las comunidades para responder con resiliencia

en estos escenarios (CEPAL & UNESCO, 2020). Esta investigación busca aportar a la comprensión de los impactos que tuvo la pandemia en el desarrollo del capital humano a través de las pérdidas en los aprendizajes esperados y generar evidencia que sirva de insumo para diseñar políticas de recuperación, especialmente aquellas orientadas a reducir las brechas educativas que amenazan con consolidarse en el largo plazo. El objetivo de este trabajo es examinar cómo el nivel de digitalización se asocia con el rendimiento académico de los municipios chilenos antes y después de la pandemia, considerando además factores estructurales como la pobreza, la ruralidad y los ingresos municipales.

2. MÉTODO

2.1. Unidad de análisis y fuente de datos

Este estudio es del tipo cuantitativo y descriptivo. La unidad de análisis son los municipios de Chile. En Chile, hay 346 municipios de los cuales este trabajo cuenta con información completa para 301. Se utilizan datos agregados a nivel municipal provenientes de fuentes oficiales como el SINIM (Servicio de Información Municipal), SIMCE (Sistema de Medición de la Calidad de la Educación) y del Índice de Digitalización Comunal desarrollado por el Núcleo Milenio en Desigualdades y Oportunidades Digitales (NUDOS).

2.2. Estrategia empírica

La variable dependiente mide el cambio en el rendimiento promedio municipal en las pruebas SIMCE de lectura y matemáticas para 4to grado, entre los años 2018 y 2022. Para cada municipio c, y cada asignatura $s \in \{lectura, matemáticas\}$, se construyó la siguiente variable:

$$\Delta Z_c^s = Z_{c,2022}^s - Z_{c,2018}^s$$

Donde, $Z_{c,t}^s$ es el puntaje estandarizado de la municipio c, y cada asignatura $s \in \{lectura, matemáticas\}$ para los años $t \in \{2018, 2022\}$. Posteriormente, este cambio fue categorizado en tres niveles que representan niveles del cambio respecto del desempeño educativo municipal entre 2018 y 2022. Esta medida sirve como un proxy de cuánto se perdió en resultados educativos esperados tras la pandemia, clasificados según la magnitud del cambio en desviaciones estándar. Los cambios representan: se observa mejora respecto de 2018 $si\ \Delta Z_c^s \geq 0.5$ SD; sin pérdida moderada $si - 0.5 > \Delta Z_c^s < 0.5\ SD$; y, con pérdida moderada $si\ \Delta Z_c^s \leq -0{,}5$ SD.

La variable explicativa principal de este trabajo es el nivel de digitalización municipal. Se incorporó al análisis como un índice estandarizado respecto del promedio nacional. En este estudio, se utilizará como sustento el Índice de Digitalización Comunal, elaborado por el Núcleo Milenio NUDOS, el cual evaluó la conectividad en los hogares, el uso de tecnologías en las escuelas y la digitalización de los municipios en 301 municipios del país. Este instrumento tuvo como propósito monitorear, a nivel territorial, los avances de iniciativas públicas y privadas orientadas a la inclusión digital (NUDOS, 2024). Se incluyen controles estructurales a nivel

municipal, tales como: ingreso municipal per cápita, índice de pobreza municipal y la proporción de población rural. Todas las variables predictoras fueron estandarizadas.

Para modelar la probabilidad de que un municipio empeoré o presente una perdida moderada, sin pérdida moderada o mejora su puntaje en prueba estandarizada postpandemia, se utilizó un modelo logit multinomial. El modelo se basa en la siguiente ecuación:

$$\Pr(cat_c^s = j) = \frac{\exp(X_c'\beta_j)}{1 + \sum_{k \neq 1} \exp(X_c'\beta_j)}$$

Donde, $\Pr(cat_c^s = j)$ muestra la probabilidad de que el municipio $\mathbf{c}$, es la asignatura $\mathbf{s}$, caiga en la categoría j del resultado, X_c' contiene las características estructurales del municipio $\mathbf{c}$, y β_j contiene los coeficientes estimados para la categoría j. Para el modelo logit multinomial, se estimaron los relative risk ratios en la interpretación. Los análisis se llevaron a cabo a través del softare R. Para evaluar la robustez de los resultados y mitigar potenciales sesgos de endogeneidad en la medición de digitalización postpandemia, se restringió el análisis a un subconjunto de municipios estructuralmente más estables. Específicamente, se incluyeron solo aquellas con niveles de pobreza superiores al promedio nacional o con ingresos municipales per cápita elevados, donde es razonable suponer que la pandemia no alteró sustancialmente la infraestructura digital existente.

2.3. Declaración ética

Este estudio no involucra aspectos éticos relacionados con humanos, datos personales o tecnologías sensibles. En este estudio se trabaja con datos de fuente secundaria públicos del Ministerio de Educación, Servicio de Información Municipal y NUDOS.

3. RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los resultados de modelos logit multinomial. Se reportan las razones de riesgo relativo (RRR) para diversas categorías de variación en el desempeño educativo municipal, en relación con la categoría base: haber disminuido de forma moderada en los resultados SIMCE entre 2018 y 2022. Estos modelos facilitan el estudio de la conexión entre las características municipales, especialmente el grado de digitalización, y la probabilidad de que el municipio no haya presentado pérdidas moderadas o, alternativamente, haya incrementado su rendimiento en las evaluaciones de lectura y matemáticas de cuarto grado. Los resultados se exponen para la muestra completa y para una submuestra de municipios estables, lo que posibilita analizar la solidez de los hallazgos. Se han estandarizado todas las variables explicativas, de modo que los coeficientes muestran el cambio relativo en la probabilidad de cada categoría por cada incremento de una desviación estándar en la variable asociada.

La variable principal de interés, la digitalización municipal, muestra efectos positivos y significativos, especialmente en los modelos que evalúan la probabilidad de mejorar el rendimiento en matemáticas. Tanto en M1 como M3 correspondiente a los modelos para lectura y matemáticas, se muestran efectos positivos de la digitalización para no presentar pérdidas moderadas frente a los municipios que si enfrentaron pérdidas moderadas

postpandemia. En el caso de lectura, el RRR es de 1.432 ($p < 0.1$), lo que implica que las municipios más digitalizados cuentan con un 43.2% más de probabilidad de no experimentar caídas drásticas en su desempeño en esta asignatura. Mientras que en el caso de matemáticas se muestra un RRR de 1.694 ($p < 0.01$), lo que sugiere que estos municipios más digitalizados cuentan con un 69.4% más de probabilidad de no experimentar caídas drásticas en su desempeño en matemáticas, en comparación con aquellas que sufrieron declives bruscos. Este efecto se mantiene positivo y significativo para los municipios de la submuestra estable, tanto para lectura como matemáticas.

En relación con los demás predictores, la pobreza y la ruralidad no presentan efectos estadísticamente significativos en la mayoría de los modelos, lo que indica que su conexión con el rendimiento educativo durante la pandemia puede estar mediada por otros factores. Sin embargo, los ingresos per cápita de los municipios muestran efectos en los modelos que anticipan mejoras. Por ejemplo, en el M2 se muestra un RRR es 3.245 ($p < 0.1$) y en el M4 un RRR 4.457 ($p < 0.1$), lo que sugiere que un mayor nivel de recursos municipales, se asocia a una probabilidad más alta de progreso en lectura y matemáticas, respectivamente. Estos efectos se amplifican en la submuestra estable, donde la RRR alcanza 7.433 ($p < 0.05$) en lectura en el M6 y 12.296 ($p < 0.05$) en matemáticas en el M8, lo que respalda la idea de que una mayor capacidad fiscal municipal fue un factor crucial para obtener avances en los aprendizajes después de la pandemia.

Con la finalidad de explorar los efectos diferenciados de la digitalización municipal en función del contexto socioeconómico municipal, la Figura 1 presenta las predicciones condicionales sobre la probabilidad de deterioro o pérdida moderada en SIMCE entre 2018 y 2022, en lectura y matemáticas, según diferentes niveles de digitalización municipal (valores z en el tramo de -2.5 a +2.5), distinguiendo municipios de bajo, medio y alto nivel en cada una de las dimensiones territoriales analizadas (valores z = -2, 0, 2). En el primer panel de la Figura 1 (Lectura ~ Pobreza), se observa que el aumento en digitalización está asociado con una menor probabilidad de empeorar moderadamente en SIMCE de lectura, efecto que es particularmente pronunciado en municipios con mayores niveles de pobreza. A medida que la digitalización aumenta, la pendiente negativa es más marcada en el grupo más pobre (z = 2), mientras que para municipios menos pobres (z = -2), el efecto es más plano. Este patrón sugiere un efecto compensador de la digitalización en contextos socioeconómicos más vulnerables. Un patrón similar, pero aún más consistente, se observa en el panel de Matemáticas ~ Pobreza. En este caso, el aumento de la digitalización reduce de forma sostenida la probabilidad de empeorar en matemáticas, con pendientes decrecientes para todos los niveles de pobreza. Nuevamente, la mayor intensidad se observa en el tramo de municipios más pobres y sugiere que los municipios más vulnerables en términos de pobreza obtienen beneficios más marcados de una mayor digitalización, lo que apunta a su potencial como herramienta para mitigar brechas educativas.

En la Figura 1, específicamente en los paneles correspondientes a ruralidad, los efectos son similares en dirección, pero más heterogéneos en magnitud que en el caso anterior. En lectura, el panel Lectura ~ Ruralidad muestra que la digitalización reduce la probabilidad de empeorar, particularmente en contextos rurales (z = 2), aunque el efecto es más pequeño que en la variable pobreza. Las municipios menos rurales parten de una probabilidad de deterioro más baja, con menor pendiente en la línea, lo que podría indicar un techo en el efecto de la

digitalización en contextos urbanos. En matemáticas, el gráfico correspondiente (Matemáticas ~ Ruralidad) muestra una relación más homogénea, con una disminución sostenida de la probabilidad de empeorar a medida que aumenta la digitalización, pero con menor variación entre tramos de ruralidad. Esto sugiere que, en matemáticas, a diferencia de lectura, los efectos de la digitalización son más generales y menos condicionados por el grado de ruralidad del territorio.

Finalmente, los dos últimos paneles de la Figura 1, específicamente en los dos últimos paneles muestran los efectos condicionales según ingresos municipales per cápita. En lectura, el gráfico Lectura ~ Ingresos Municipales revela que, si bien en todos los niveles de ingresos la digitalización se asocia con menor probabilidad de empeorar, el efecto es más marcado en municipios con menores ingresos municipales (z = -2). En cambio, las municipios con altos ingresos presentan una curva más plana, lo que sugiere que la digitalización tiene un efecto más significativo cuando los recursos locales son más limitados. En el caso de matemáticas (Matemáticas ~ Ingresos Municipales), se observa una pendiente negativa clara en todos los niveles, aunque nuevamente con un efecto más acentuado en municipios con bajos ingresos. Las curvas más inclinadas para ingresos bajos refuerzan la idea de que la digitalización mitiga con mayor efectividad los efectos adversos de la pandemia en contextos de ingreso municipal más restringido.

Tabla 1

RRR Modelos Logit Multinomial

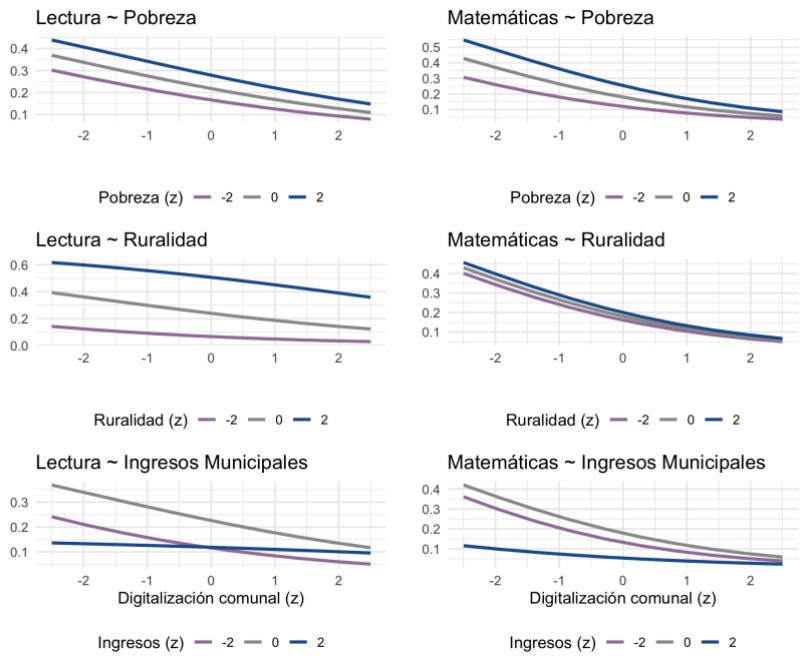
	Lectura ***Sin pérdida moderada*** **(M1)**	**Lectura** ***Mejor ó*** **(M2)**	**Matemática** ***Sin pérdida moderada*** **(M3)**	**Matemática** ***Mejoró*** **(M4)**	**Lectura estables** ***Sin pérdida moderada*** **(M5)**	**Lectura estables** ***Mejoró*** **(M6)**	**Matemática estables** ***Sin pérdida moderada*** **(M7)**	**Matemática estables** ***Mejoró*** **(M8)**
Índice de Digitalización	1.432*	1.031	1.694***	1.366	1.562*	0.936	2.574***	1.407
	(0.191)	(0.255)	(0.202)	(0.275)	(0.244)	(0.322)	(0.273)	(0.368)
Proporción de Pobreza	0.832	0.954	0.824	0.619	1.143	1.569	1.461	0.991
	(0.185)	(0.252)	(0.188)	(0.294)	(0.273)	(0.355)	(0.286)	(0.438)
Proporción de Ruralidad	0.446**	0.954	0.921	1.045	0.596	0.980	1.582	0.770
	(0.373)	(0.487)	(0.382)	(0.534)	(0.433)	(0.577)	(0.450)	(0.657)

	Lectura ***Sin pérdida moderada*** **(M1)**	**Lectura** ***Mejor ó*** **(M2)**	**Matemática** ***Sin pérdida moderada*** **(M3)**	**Matemática** ***Mejoró*** **(M4)**	**Lectura estables** ***Sin pérdida moderada*** **(M5)**	**Lectura estables** ***Mejoró*** **(M6)**	**Matemática estables** ***Sin pérdida moderada*** **(M7)**	**Matemática estables** ***Mejoró*** **(M8)**
Ingresos municipales per cápita	0.610	3.245*	0.765	4.457*	1.157	7.433**	2.425	12.296**
	(0.645)	(0.708)	(0.720)	(0.796)	(0.770)	(0.898)	(0.895)	(1.050)
Akaike Inf. Crit.	493.015	493.015	477.075	477.075	305.413	305.413	280.537	280.537

*Notas. * p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01. Categoría base en los modelos multinomiales es "empeoró".. En los modelos lineales la variable dependiente es el diferencial entre SIMCE 2018-2022. En paréntesis se muestran los errores estándar calculados por método robusto.*

Figura 1

Probabilidad de Empeorar para diferentes niveles de Digitalización por Pobreza, Ruralidad e Ingreso Municipal



4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación muestran que la pandemia de COVID-19 causó una disminución generalizada a nivel municipal en el logro esperado en estudiantes de cuarto grado en Chile. Este descubrimiento concuerda con evidencia anterior tanto nacional como

internacional (Gee et al., 2023; Izquierdo & Ugarte, 2023; Soto-Meza et al., 2022), que ha señalado los impactos del cierre prolongado de las escuelas y la escasa preparación para una transición efectiva hacia la enseñanza a distancia. Uno de los principales hallazgos de esta investigación fue la identificación del. rol protector de la digitalización municipal en este contexto. El trabajo muestra una disminución significativa en los aprendizajes tras la pandemia donde los municipios con mayores niveles de digitalización presentaron retrocesos menores e incluso avances relativos en el rendimiento en lectura y matemáticas, después de la pandemia. Este efecto resultó ser más débil y menos constante en lectura, lo que podría indicar variaciones en la forma en que cada asignatura se adapta a la digitalización (Zhao et al., 2022).

Asimismo, la digitalización evidenció un efecto compensatorio, más pronunciado en municipios con menores ingresos fiscales y mayores índices de pobreza, lo que coincide con investigaciones que resaltan su capacidad para reducir desigualdades en contextos vulnerables (CEPAL & UNESCO, 2020; Izquierdo & Ugarte, 2023). Este patrón fue particularmente evidente en zonas rurales, donde se observó una mayor resiliencia educativa cuando existía infraestructura digital, lo que coincide con hallazgos previos sobre el rol territorial de la tecnología educativa (Villao Salinas & Matamoros Dávalos, 2024). Estos resultados muestran que una menor digitalización está asociada a mayores pérdidas en contextos de vulnerabilidad, mientras que una mayor digitalización mitiga con mayor efectividad los efectos adversos de la pandemia en contextos de ingreso municipal más restringidos. Este efecto compensador se manifestó con mayor fuerza en municipios con menores ingresos fiscales y mayor pobreza, ya que permitió ampliar el acceso a recursos pedagógicos en contextos donde la oferta presencial era limitada. Este impacto positivo se explica porque la ganancia relativa fue mayor en territorios históricamente rezagados; sin embargo, su alcance estuvo condicionado por la persistencia de la brecha digital en conectividad, lo que evidencia que su potencial igualador depende de políticas que aseguren acceso universal a estas tecnologías.

Los hallazgos también muestran que mientras los ingresos municipales se asociaron negativamente con el cambio en el desempeño, al mismo tiempo aumentaron la probabilidad de mejora, según modelos multinomiales. Esto refleja que, los municipios con mayores ingresos disponían de más recursos para contrarrestar los efectos negativos de la no presencialidad durante la pandemia como en otros estudios realizados a la fecha (Carranza-Yuncor et al., 2024). De esta manera, los resultados respaldan la idea de que los mayores recursos fiscales de los municipios fueron un factor determinante para lograr avances en el aprendizaje durante la pandemia. Estos resultados refuerzan la necesidad de avanzar hacia una política educativa integral que incluya inversión digital focalizada en zonas con alta pobreza y ruralidad, formación digital para docentes y comunidades, y fortalecimiento institucional local (Cai et al., 2020; Izquierdo & Ugarte, 2023). No obstante, entre las restricciones del estudio se destacan el nivel de análisis municipios, la posibilidad de variables no consideradas y el empleo de un índice global de digitalización, que no refleja la calidad del uso tecnológico. Se recomienda que en investigaciones futuras se integren métodos longitudinales, además de evaluaciones de impacto a nivel escolar o individual, con el fin de analizar los mecanismos específicos mediante los cuales la digitalización afecta los resultados del aprendizaje.

En este contexto, el caso de Chile, que fue uno de los países con escuelas cerradas por más tiempo en la región, proporciona lecciones importantes para América Latina, particularmente en lo que respecta a la interacción entre las brechas tecnológicas y las desigualdades

estructurales preexistentes. Estudios futuros de tipo longitudinal podrían permitir estimar no sólo efectos de corto plazo, sino también las trayectorias de rezago o recuperación, en función de la capacidad digital de los municipios. La evidencia presentada en este estudio sugiere que el potencial de la digitalización para cerrar brechas existe, pero no es automático ni neutral al contexto socioeconómico, por lo que requiere diseño, acompañamiento y un enfoque territorialmente sensible en su implementación.

5. FINANCIACIÓN

Este estudio no recibió financiación para su realización.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, F.A.G.-G., A.N.-O. y J.M.-R.; curación de datos, A.N.-O. y J.M.-R.; análisis formal, F.A.G.-G. y P.P.-Q.; investigación, F.A.G.-G. y P.P.-Q.; metodología, F.A.G.-G. y P.P.-Q.; software, F.A.G.-G., A.N.-O. y J.M.-R.; supervisión, F.A.G.-G. y P.P.-Q.; validación, F.A.G.-G. y P.P.-Q.; visualización, F.A.G.-G., A.N.-O. y J.M.-R.; redacción—preparación del borrador original, F.A.G.-G., A.N.-O. y J.M.-R.; redacción—revisión y edición, F.A.G.-G. y P.P.-Q.

7. REFERENCIAS

Bailey, D. H., Duncan, G. J., Murnane, R. J., & Au Yeung, N. (2021). Achievement gaps in the wake of COVID-19. *Educational Researcher, 50(5),* 266-275. https://doi.org/10.3102/0013189X211011237

Bracco, J., Ciaschi, M., Gasparini, L., Marchionni, M., & Neidhöfer, G. (2025). The Impact of COVID -19 on Education in Latin America: Long-Run Implications for Poverty and Inequality. *Review of Income and Wealth, 71(1),* e12687. https://doi.org/10.1111/roiw.12687

Bourdin, S., Moodie, J., Gassen, N. S., Evers, D., Adobati, F., Amdaoud, M., ... & Remete, Z. (2024). COVID-19 as a systemic shock: curb or catalyst for proactive policies towards territorial cohesion?. *Regional Studies, 58(8),* 1543-1556. https://doi.org/10.1080/00343404.2023.2242387

Cai, R., Wang, Q., Xu, J., & Zhou, L. (2020). Effectiveness of Students' Self-Regulated Learning during the COVID-19 Pandemic. *Science Insights, 34(1),* 175-182. https://doi.org/10.15354/si.20.ar011

Canales, A., Claro, S., Cortés, F., Kuzmanic, D., Undurraga, E., & Valenzuela, J. P. (2022). *Análisis de Resultados de Encuesta Nacional de Monitoreo de Establecimientos Escolares en Pandemia: Aprendiendo desde la realidad nacional (Reporte No. 4).* https://www.covideducacion.cl/_files/ugd/493531_37004083d55b44a8ab5f83a905c2d596.pdf

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. https://doi.org/10.13042/Bordon.2024.99045

CEPAL, & UNESCO. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19.* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374075

Dodds, K., Broto, V. C., Detterbeck, K., Jones, M., Mamadouh, V., Ramutsindela, M., ... & Woon, C. Y. (2020). The COVID-19 pandemic: Territorial, political and governance dimensions of the crisis. *Territory, Politics, Governance, 8(3),* 289-298. https://doi.org/10.1080/21622671.2020.1771022

Fu, L., Zeng, Y., & Kang, X. (2024). Bridging the urban–rural gap: A qualitative examination of perceived access, barriers, risks and opportunities of children's digital learning during the COVID-19 pandemic. *Child & Family Social Work, 29(1),* 1-11. https://doi.org/10.1111/cfs.13045

Gee, K. A., Asmundson, V., & Vang, T. (2023). Educational impacts of the COVID-19 pandemic in the United States: Inequities by race, ethnicity, and socioeconomic status. *Current Opinion in Psychology, 52*, 101643. https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2023.101643

Gelber, D., Castillo, C., Alarcón, L., Treviño, E., & Escribano, R. (2021). COVID-19 and the right to education in Chile: An opportunity to revisit our social contract. *International Review of Education, 67(1-2),* 79-101. https://doi.org/10.1007/s11159-021-09881-2

Gray, J. S., Powell-Smith, K. A., & Good, R. H. (2023). The Impact of COVID-19 on Student Reading Development. *The Elementary School Journal, 123(4),* 583-598. https://doi.org/10.1086/723301

Guo, C., & Wan, B. (2022). The digital divide in online learning in China during the COVID-19 pandemic. *Technology in Society, 71,* 102122. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102122

Hammerstein, S., König, C., Dreisörner, T., & Frey, A. (2021). Effects of COVID-19-Related School Closures on Student Achievement-A Systematic Review. *Frontiers in Psychology, 12,* 746289. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.746289

Hampton, K. N., Bauer, J. M., & Hales, G. (2023). Broadband and Student Performance Gaps after the Covid-19 Pandemic. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.4574526

Herrera Varela, Y. K. (2023). Importancia de la alfabetización digital en las zonas rurales. *GACETA DE PEDAGOGÍA, 47*, 315-331. https://doi.org/10.56219/rgp.vi47.2357

Hevia, F. J., Vergara-Lope, S., Velásquez-Durán, A., & Calderón, D. (2022). Estimation of the fundamental learning loss and learning poverty related to COVID-19 pandemic in Mexico. *International Journal of Educational Development, 88*, 102515. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2021.102515

Hoffman, J. A., & Miller, E. A. (2020). Addressing the Consequences of School Closure Due to COVID-19 on Children's Physical and Mental Well-Being. *World Medical & Health Policy, 12(3),* 300-310. https://doi.org/10.1002/wmh3.365

Izquierdo, S., & Ugarte, G. (2023). *Crisis educacional escolar pospandemia. Puntos de Referencia.* https://static.cepchile.cl/uploads/cepchile/2023/01/pder641_izquierdo_ugarte-1.pdf

Jeong, D., Kim, D., Mohiuddin, H., Kang, S., & Kim, S. (2023). Regional Disparity in the Educational Impact of COVID-19: A Spatial Difference-in-Difference Approach. *Sustainability, 15(16),* 12514. https://doi.org/10.3390/su151612514

König, C., & Frey, A. (2022). The Impact of COVID-19-Related School Closures on Student Achievement—A Meta-Analysis. *Educational Measurement: Issues and Practice, 41(1),* 16-22. https://doi.org/10.1111/emip.12495

Korkmaz, Ö., Erer, E., & Erer, D. (2022). Internet access and its role on educational inequality during the COVID-19 pandemic. *Telecommunications Policy, 46(5),* 102353. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102353

Kuhfeld, M., Soland, J., & Lewis, K. (2022). Test Score Patterns Across Three COVID-19-Impacted School Years. *Educational Researcher, 51(7),* 500-506. https://doi.org/10.3102/0013189X221109178

Kuzmanic, D., Valenzuela, J. P., Claro, S., Canales, A., Cerda, D., & Undurraga, E. A. (2023). Socioeconomic disparities in the reopening of schools during the pandemic in Chile. *International Journal of Educational Development, 100,* 102805. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102805

Mathrani, A., Umer, R., Sarvesh, T., & Adhikari, J. (2023). Rural–Urban, Gender, and Digital Divides during the COVID-19 Lockdown: A Multi-Layered Study. *Societies, 13(5),* 122. https://doi.org/10.3390/soc13050122

Ministerio de Educación, Centro de Estudios. (2020). *Impacto del COVID-19 en los resultados de aprendizaje y escolaridad en Chile.* https://www.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/19/2020/08/EstudioMineduc_bancomundial.pdf

Montiel, S. (2023). *Impacto del cierre de escuelas en puntajes SIMCE 2022.* https://horizontalchile.cl/assets/uploads/2023/12/Impacto-del-cierre-de-escuelas-en-puntajes-SIMCE-2022-1-1.pdf

Murillo Rojas, M. (2022). Pandemia covid-19 y los rezagos en la lectura y la escritura en la educación primaria costarricense. Algunas propuestas para optimizar la recuperación de aprendizajes en los nuevos espacios de trabajo. *Revista Electrónica Leer, Escribir y Descubrir, 1(10)*. https://digitalcommons.fiu.edu/led/vol1/iss10/6

NUDOS. (2024). Índice de digitalización comunal (IDC). Núcleo Milenio en Desigualdades y Oportunidades Digitales (NUDOS). https://indice.nudos.cl/

Olanrewaju, G. S., Adebayo, S. B., Omotosho, A. Y., & Olajide, C. F. (2021). Left behind? The effects of digital gaps on e-learning in rural secondary schools and remote communities across Nigeria during the COVID19 pandemic. *International Journal of Educational Research Open, 2,* 100092. https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2021.100092

Özdemir, C., Reiter, C., Yildiz, D., & Goujon, A. (2022). Projections of adult skills and the effect of COVID-19. *PLOS ONE, 17(11),* e0277113. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0277113

Pokhrel, S., & Chhetri, R. (2021a). A Literature Review on Impact of COVID-19 Pandemic on Teaching and Learning. *Higher Education for the Future, 8(1),* 133-141. https://doi.org/10.1177/2347631120983481

Pokhrel, S., & Chhetri, R. (2021b). A Literature Review on Impact of COVID-19 Pandemic on Teaching and Learning. *Higher Education for the Future, 8(1),* 133-141. https://doi.org/10.1177/2347631120983481

Psacharopoulos, G., Collis, V., Patrinos, H. A., & Vegas, E. (2020). Lost Wages: The COVID-19 Cost of School Closures. SSRN Electronic Journal. https://doi.org/10.2139/ssrn.3682160

Schult, J., Mahler, N., Fauth, B., & Lindner, M. A. (2022). Did students learn less during the COVID-19 pandemic? Reading and mathematics competencies before and after the first pandemic wave. *School Effectiveness and School Improvement, 33(4),* 544-563. https://doi.org/10.1080/09243453.2022.2061014

Sklyarova, E., & Kharlamova, G. (2021). Digitalization of education and the problem of continuity. *E3S Web of Conferences, 273,* 12096. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312096

Soto-Meza, C. E., Soto-Meza, M. del R., & Vergaray, J. M. (2022). La educación virtual en el aprendizaje de la matemática durante la covid-19. Revisión teórica. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 4(2), 158-174.* Recuperado a partir de https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/82

Starling-Alves, I., Hirata, G., & Oliveira, J. B. A. (2023). Covid-19 school closures negatively impacted elementary-school students' reading comprehension and reading fluency skills. *International Journal of Educational Development, 99,* 102753. https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102753

UNICEF. (2020, agosto 26). *COVID-19 and School Closures: Are children able to continue learning.* https://data.unicef.org/resources/remote-learning-reachability-factsheet/

Villao Salinas, I. N., & Matamoros Dávalos, Á. A. (2024). La brecha digital en la educación: The digital gap in education. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5(4)*. https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2337

Zamir, S., & Wang, Z. (2023). Uncovering Covid-19, distance learning, and educational inequality in rural areas of Pakistan and China: A situational analysis method. *Humanities and Social Sciences Communications, 10(1),* 679. https://doi.org/10.1057/s41599-023-02025-x

Zhao, L., Cao, C., Li, Y., & Li, Y. (2022). Determinants of the digital outcome divide in E-learning between rural and urban students: Empirical evidence from the COVID-19 pandemic based on capital theory. *Computers in Human Behavior, 130,* 107177. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107177

Para citar este artículo:

Gálvez-Gamboa, F. A., Pinochet-Quiroz, P., Navarro-Ortiz, A., & Muñoz-Riquelme, J. (2026). Efectos de la digitalización municipal en el aprendizaje escolar postpandemia: evidencia desde Chile. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 1. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4465

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

Desarrollo de habilidades de pensamiento mediante robótica educativa en educación inicial: una revisión sistemática

Developing thinking skills through educational robotics in early childhood education: a systematic review

Luis Carlos Correa-Ortiz (L.C.C-O). Universidad de Manizales (Colombia)

Cindy Daw-Pacheco (C.D-P). Colegio Albania (Colombia)

Sara Elizabeth Espinosa-Delgado (S.E.E-D). Universidad Industrial de Santander (Colombia)

RESUMEN

La robótica educativa surgió como una herramienta para potenciar el desarrollo de habilidades de pensamiento en estudiantes de educación inicial, dando paso a que sistemas educativos a nivel mundial acojan enfoques educativos en donde esta tecnología haga parte de sus prácticas, justificando la necesidad de analizar estudios realizados previamente que evidencien la efectividad de esta. Se realizó una revisión sistemática, siguiendo el protocolo PRISMA, en la base de datos Web of Science, y se analizaron finalmente 27 artículos originales. Los resultados se organizaron en tres categorías: pensamiento computacional, pensamiento creativo y robótica educativa, donde se destaca que la robótica favorece el desarrollo de la secuenciación, la resolución de problemas, la abstracción y la creatividad, además de mejorar habilidades lógico-matemáticas, sociales y emocionales. De igual manera, se identificaron aspectos clave como el uso de proyectos con el método STEM, actividades lúdicas que potencien el aprendizaje significativo y la mediación docente, la cual permite una transformación en sus prácticas pedagógicas. La robótica permite un aprendizaje integral, lo que conlleva la necesidad de adaptarla como recurso de transformación pedagógica y de constituirse en un reto que debe ser atendido desde la investigación pedagógica, la práctica docente y la política pública.

ABSTRACT

Educational robotics emerged as a tool to enhance the development of thinking skills in early education students, leading to educational systems worldwide embracing educational approaches where this technology is part of their practices, justifying the need to analyze previous studies that demonstrate its effectiveness. A systematic review was conducted, following the PRISMA protocol, in the Web of Science database, and 27 original articles were ultimately analyzed. The results were organized into three categories: computational thinking, creative thinking, and educational robotics, highlighting that robotics promotes the development of sequencing, problem solving, abstraction, and creativity, in addition to improving logical-mathematical, social, and emotional skills. Similarly, key aspects were identified, such as the use of projects with the STEM method, playful activities that enhance meaningful learning, and teacher mediation, which allows for a transformation in their pedagogical practices. Robotics allows for comprehensive learning, which leads to the need to adapt it as a resource for pedagogical transformation and constitutes a challenge that must be addressed through pedagogical research, teaching practice, and public policy.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

Robótica Educativa, Educación Inicial, Habilidades de Pensamiento, Revisión Sistemática.
Educational Robotics, Early Childhood Education, Thinking Skills, Systematic Review.

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 04-10-2025
Aceptado: 06-07-2026

1. INTRODUCCIÓN

En el panorama educativo del siglo XXI, en rápida evolución, el desarrollo de habilidades de pensamiento creativo y computacional se ha convertido en una prioridad fundamental para preparar a los estudiantes para desenvolverse en un mundo cada vez más complejo e impulsado por la tecnología (Ioannou & Makridou,2018; Amri et al, 2022). El pensamiento computacional, definido como los procesos cognitivos que intervienen en la formulación de problemas y la expresión de soluciones de manera que puedan ser llevados a cabo eficazmente por los sistemas de procesamiento de información, ha sido reconocido como una competencia fundamental junto con la lectura, la escritura y la aritmética (Wing, 2006). Del mismo modo, el pensamiento creativo —que abarca el pensamiento divergente, la innovación y la capacidad de diseño— es esencial para abordar los problemas complejos y abiertos que caracterizan los contextos profesionales y sociales modernos (Runco & Jaeger, 2012).

La integración de estas habilidades de pensamiento en los planes de estudio de la educación inicial ha cobrado un gran impulso, y los sistemas educativos de todo el mundo están llevando a cabo reformas para incorporar el pensamiento computacional y el desarrollo de la creatividad en las disciplinas STEM y STEAM (Grover & Pea, 2013). Este cambio refleja un reconocimiento cada vez mayor de que los enfoques educativos tradicionales pueden resultar insuficientes para cultivar las habilidades de pensamiento de orden superior, la resolución de problemas y el razonamiento adaptable que los estudiantes necesitan para tener éxito en la era digital (Batelle for Kids, 2025).

Existe una clara necesidad de realizar una revisión sistemática cuyo objetivo es identificar y categorizar las habilidades de pensamiento promovidas por la implementación de la robótica educativa en el currículo propuesto en educación inicial, tales como el pensamiento lógico, computacional y creativo, así como la resolución de problemas. De igual forma, esta revisión proporciona una síntesis exhaustiva de la evidencia empírica, al tiempo que aborda las limitaciones metodológicas y conceptuales de las investigaciones anteriores.

La importancia de esta revisión sistemática va más allá de la investigación académica y tiene implicaciones prácticas para los educadores, los desarrolladores de planes de estudio y los responsables políticos. Al sintetizar la evidencia sobre enfoques pedagógicos eficaces, identificar las condiciones óptimas para su implementación y examinar los factores que moderan la eficacia de la intervención, esta revisión proporcionará una guía práctica para integrar la robótica educativa en los planes de estudio de la educación inicial. Además, al destacar las lagunas en la investigación y las limitaciones metodológicas, esta revisión orientará las futuras direcciones de la investigación y contribuirá al desarrollo de marcos de evaluación más rigurosos para las intervenciones de robótica educativa.

Se espera que los resultados de esta revisión sistemática contribuyan a varias áreas clave: proporcionar recomendaciones basadas en la evidencia para la implementación de la robótica educativa en la educación inicial, identificar estrategias pedagógicas eficaces para maximizar el desarrollo de las habilidades de pensamiento, aportar a los programas de preparación y desarrollo profesional de los docentes, orientar las decisiones sobre políticas de tecnología educativa y sentar las bases para futuras investigaciones en este campo en rápida evolución.

2. MÉTODO

Se realizó una revisión sistemática exploratoria de artículos originales publicados entre 2019 y 2025 en la base de datos académica Web of Science (WoS), limitándose a aquellos de libre acceso. Se siguió la metodología propuesta por Arksey & O'Malley (2005): primero, planteando una pregunta de investigación; posteriormente, estableciendo los criterios de inclusión y exclusión; y, finalmente, realizando la búsqueda sistemática, seleccionando los artículos y extrayendo la información y analizando los resultados.

La pregunta de investigación a la que busca dar respuesta la presente revisión es: ¿Cómo la robótica educativa desarrolla habilidades de pensamiento en la educación inicial? A partir de esta pregunta, se formuló la siguiente ecuación de búsqueda: *Robotics and Thinking Skills and Education and Preeschool*, cuyo objetivo era identificar la mayor cantidad posible de documentos en la base de datos académica Web of Science. Con el fin de garantizar un enfoque sistemático, se siguió el diagrama de flujo del protocolo de información preferido para revisiones sistemáticas y metaanálisis: PRISMA (Page et al., 2021).

Los criterios para la búsqueda inicial de documentos, una vez definida la ecuación de búsqueda, fueron: ventana de tiempo entre 2019 y 2025 y artículos de investigación. Se excluyen de los resultados artículos que se encuentren por fuera de la ventana de observación y aquellos que sean revisiones, memorias de congresos y no artículos originales.

A partir de los resultados obtenidos, se extrajeron la referencia, el título, el resumen y las palabras clave de cada uno de los documentos. Partiendo de los 38 resultados iniciales, se llevó a cabo un proceso en dos etapas. En la primera etapa, se realizó un filtrado de los documentos mediante la lectura del título y el resumen, y fueron excluidos 11 estudios, por no ajustarse a los criterios de elegibilidad, pues corresponden a revisiones sistemáticas y una memoria de congreso, los cuales pueden observarse en la Tabla 1, quedando entonces 27 artículos. En la segunda etapa, se revisaron los documentos mediante la lectura del texto completo, conservando los 27 documentos (Tabla 2). Este proceso puede observarse en la Figura 1.

Tabla 1

Publicaciones excluidas

Nombre de la publicación	Año	DOI	Tipo de documento
A bibliometric and content analysis of educational robotics' impact on communication, collaboration, critical thinking, and creativity in kindergarten	2025	10.1016/j.tsc.2025.101849	Artículo de investigación revisión bibliométrica
The Impact of Coding Intervention on Preschool Children's Coding and Computational Thinking Skills	2025	10.1080/02568543.2025.2511860	Artículo de investigación
The effects of programming interventions in early childhood: A meta-analysis	2025	10.1016/j.lindif.2025.102699	Artículo de investigación Metaanálisis

Nombre de la publicación	Año	DOI	Tipo de documento
The effect of learning trajectories-based coding education program on preschoolers' mathematical measurement skills	2024	10.1007/s10639-023-12107-7	Artículo de investigación
Coding activities in early childhood: a systematic review	2024	10.1504/IJTEL.2025.143512	Revisión sistemática
Meta-thematic synthesis of research on early childhood coding education: A comprehensive review	2024	10.1007/s10639-024-12675-2	Revisión sistemática
Enhancing computational thinking in early childhood education with educational robotics: A meta-analysis	2024	10.1016/j.heliyon.2024.e33249	Revisión sistemática
Computational thinking in early childhood is underpinned by sequencing ability and self-regulation: a cross-sectional study	2023	10.1007/s10639-023-11787-5	Revisión sistemática
Computational thinking learning experiences, outcomes, and research in preschool settings: a scoping review of literature	2021	10.1007/s10639-021-10765-z	Revisión sistemática
Tablets and apps for promoting robotics, mathematics, STEM education and literacy in early childhood education	2020	10.1504/IJMLO.2020.106179	Artículo de investigación, revisión narrativa
Curricular integration of computational thinking, programming and robotics in basic education: a proposal for teacher training	2019	10.21125/iceri.2019.0232	Diseño de programa / ponencia de congreso

Tabla 2

Publicaciones incluidas

Nombre de la publicación	Año	DOI	Categoría	Resumen
Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms	2019	10.1016/j.compedu.2019.04.013	Pensamiento creativo	Buscó introducir la codificación de forma lúdica en el aprendizaje temprano
Developing an Interactive Environment through the Teaching of Mathematics with Small Robots	2020	10.3390/s20071935	Robótica educativa	Diseñó recursos innovadores con robots con la finalidad de apoyar el aprendizaje de las matemáticas en preescolar y primer grado
Investigating Preschool Educators' Implementation of Computer Programming in Their Teaching Practice	2020	10.1007/s10643-019-00976-y	Robótica educativa	Investigó como los profesores de preescolar implementan la programación en su práctica docente diaria
The effect of robotic coding education on preschoolers' problem solving and creative thinking skills	2021	10.1016/j.tsc.2021.100812	Pensamiento creativo	Evaluó el impacto de la programación en robótica resulta en mejora del pensamiento creativo y la solución de problemas en niños de preescolar
STEM activities for children aged 4-7 years: teachers' practices and views	2022	10.1080/09669760.2022.2128994	Pensamiento creativo	Evaluó la opinión de los docentes acerca de actividades STEM y como lo ponen en práctica en su quehacer diario
Promoting Spatial Language and Ability Among SLD Children: Can Robot Programming Make a Difference?	2022	10.1177/07356331221083224	Pensamiento creativo	Evaluó como la programación de robots apoya la mejora en el lenguaje y habilidades espaciales, en niños con la condición de trastorno específico de leguaje
The impact of story-inspired programming on preschool children's computational	2022	10.1016/j.tsc.2022.101218	Pensamiento computacional	Evidenció como la programación basada en historias, potencia habilidades del pensamiento

Nombre de la publicación	Año	DOI	Categoría	Resumen
thinking: A multi-group experiment				computacional a niños de preescolar
Towards inclusiveness and sustainability of robot programming in early childhood: Child 9engagement, learning outcomes and teacher perception	2022	10.1111/bjet.13266	Pensamiento computacional	Analizó como favorece la programación de robots a la inclusión educativa, en ambientes educativos desafiantes como comunidades de escasos recursos
Educational Robotics Intervention to Foster Computational Thinking in Preschoolers: Effects of Children's Task Engagement	2022	10.3389/fpsyg.2022.904761	Robótica educativa	Evaluó como se desarrolla el pensamiento computacional a través de la robótica educativa en preescolar, en especial en aquellos estudiantes comprometidos con las actividades
Problem Solving and Digital Transformation: Acquiring Skills through Pretend Play in Kindergarten	2022	10.3390/educsci12020092	Pensamiento creativo	Mostró como a través del juego simbólico guiado se puede fomentar las habilidades de resolución de problemas en niños de preescolar
Exploring Gender Differences in Coding at the Beginning of Primary School	2022	10.3389/fpsyg.2022.887280	Robótica educativa	Exploró si existen diferencias en las habilidades de codificación entre niños y niñas de primer grado, y si están respaldadas por funciones ejecutivas
Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and self-regulation	2022	10.1111/bjet.13215	Robótica educativa	Analizó los efectos de actividades de ´programación de robots, frente a juego con bloques y su repercusión en el pensamiento computacional, autorregulación y secuenciación.
Investigating the effects of gender and scaffolding in developing preschool children's computational	2022	10.3389/feduc.2022.757627	Pensamiento computacional	Analizó como afectaba el andamiaje y la diferencia de género en el desarrollo del PC en preescolar, enfocándose en

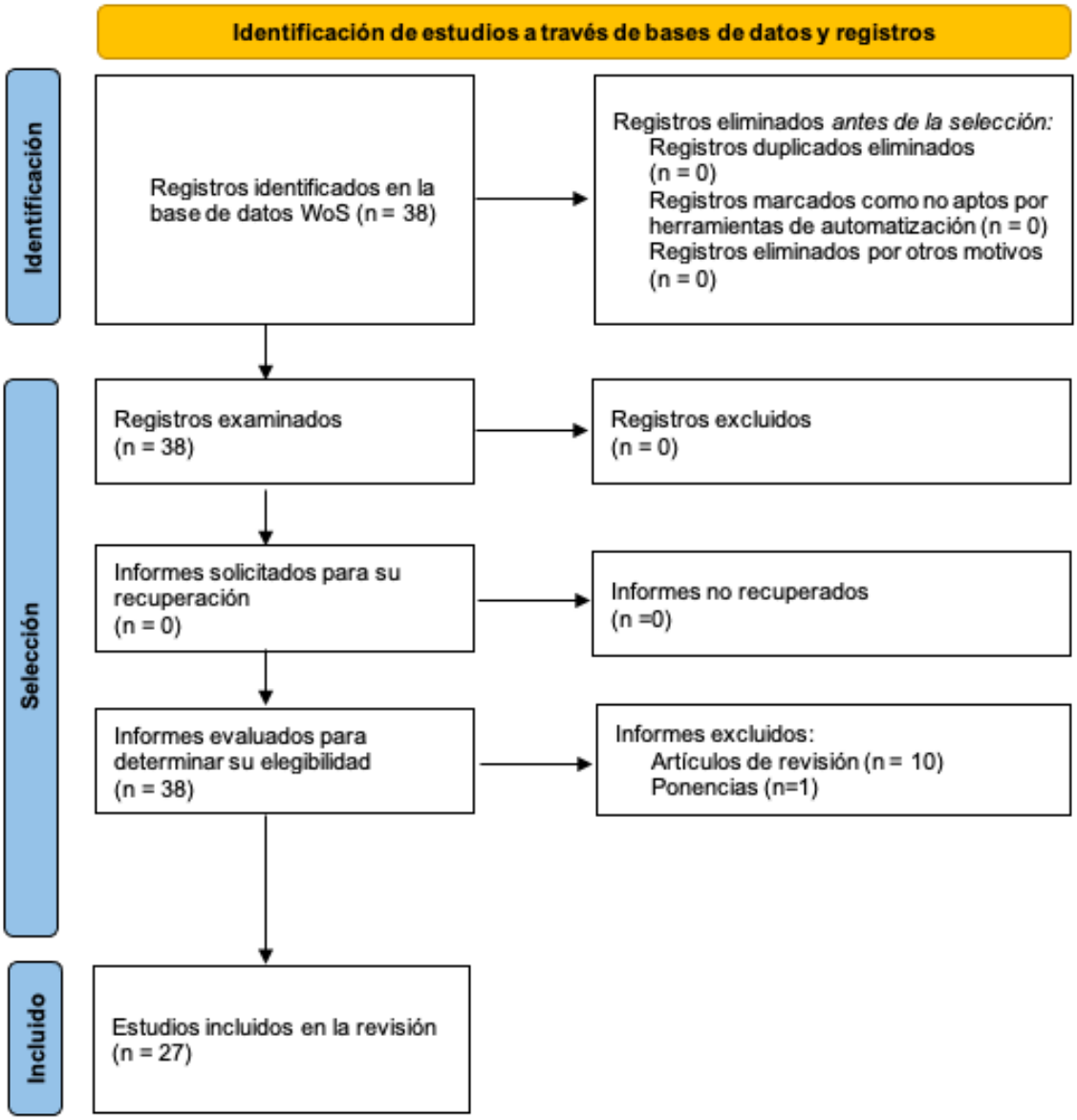
Nombre de la publicación	Año	DOI	Categoría	Resumen
thinking during problem-solving with Bee-Bots				habilidades como la secuenciación y descomposición
Effect of coding activities on preschool children's mathematical reasoning skills	2022	10.1007/s10639-021-10618-9	Robótica educativa	Estudió el fortalecimiento de habilidades matemáticas en preescolar, a través de actividades de programación
Computational Thinking in Preschool Age: A Case Study in Greece	2023	10.3390/educsci13020157	Pensamiento Computacional	Estudió el desarrollo de pensamiento computacional en niños de preescolar, teniendo en cuenta la percepción de padres y docentes en la implementación del programa educativo
An exploration of robot programming as a foundation for spatial reasoning and computational thinking in preschoolers' guided play	2023	10.1016/j.ecresq.2023.05.015	Pensamiento Computacional	Analizó cómo influye el juego guiado y la programación de robots en el desarrollo del PC y razonamiento espacial en áreas afines al STEM
Technology and early mathematics skills: Effectiveness of I Love Math with Robots	2023	10.1080/00220671.2023.2203092	Robótica educativa	Evaluó el programa I love math with robots, probando su efectividad en la mejora de habilidades matemáticas en preescolar
Educational Robotics to Address Behavioral Problems in Early Childhood	2023	10.3390/educsci13010022	Robótica educativa	Analizó como a través de la robótica educativa se pueden mejorar problemas conductuales en la primera infancia
Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge	2023	10.1016/j.ecresq.2023.05.014	Pensamiento computacional	Analizó la habilidad de depuración que adquieren los niños en preescolar, al programar un robot tangible
Combined Unplugged and Educational Robotics Training to	2023	10.3390/educsci13090858	Robótica educativa	Evidenció como se fortalece el PC y las habilidades cognitivas al

Nombre de la publicación	Año	DOI	Categoría	Resumen
Promote Computational Thinking and Cognitive Abilities in Preschoolers				combinar la robótica educativa con actividades desconectadas
Coding With Robots or Tablets? Effects of Technology-Enhanced Embodied Learning on Preschoolers' Computational Thinking and Social-Emotional Competence	2024	10.1177/07356331241226459	Robótica educativa	Realizó una comparación entre programas de codificación con robots y aplicaciones en tabletas, con el fin de evidenciar su efectividad en la adquisición de habilidades de PC y socioemocionales
High-Capacity Robots in Early Education: Developing Computational Thinking with a Voice-Controlled Collaborative Robot	2024	10.3390/educsci14080856	Pensamiento computacional	Evaluó si se podía apoyar el aprendizaje de PC en educación inicial, mediante un robot avanzado controlado por voz
Educational robotics or unplugged coding activities in kindergartens? Comparison of the effects on pre-school children's computational thinking and executive function skills	2024	10.1016/j.tsc.2024.101576	Robótica educativa	Comparó el impacto de la codificación con robot tangible respecto a la codificación desconectada, con el fin de evaluar su impacto en las habilidades de pensamiento computacional y funciones ejecutivas
The Effects of a Robotics Program on Preschool-Students' Creative Thinking Skills*	2024	10.16986/HUJE.2024.522	Pensamiento creativo	Mostró la influencia que tiene en las habilidades de pensamiento creativo un programa de robótica educativa bien estructurado
Micro-stories, Robotic Coding, Digital Applications, and Augmented Reality to Enhance Children's Computational Thinking	2025	10.12795/pixelbit.115193	Pensamiento computacional	Evaluó la propuesta educativa en donde se integran la robótica, microhistorias y realidad aumentada para conseguir la mejora del pensamiento computacional, a través de la empatía con los personajes y el

Nombre de la publicación	Año	DOI	Categoría	Resumen
				compromiso con los retos propuestos
Embracing Culturally Relevant Computational Thinking in the Preschool Classroom: Leveraging Familiar Contexts for New Learning	2025	10.1007/s10643-023-01581-w	Pensamiento computacional	Experimentó el incremento del pensamiento computacional a través de la inclusión del entorno y la identidad cultural de los estudiantes
Exploring computational thinking, executive functions, visuospatial skills and experiences with toys in early childhood: Protocol for a controlled trial	2025	10.1016/j.mex.2024.103145	Pensamiento computacional	Estudió el comportamiento de habilidades de pensamiento como el PC, las funciones ejecutivas y visoespaciales a través de un ensayo controlado aplicado a niños de preescolar

Figura 1

Diagrama PRISMA



3. RESULTADOS

Los resultados de esta revisión sistemática se organizan en función del objetivo planteado, que consiste en analizar el desarrollo de habilidades de pensamiento en la educación inicial mediante la robótica educativa. Para ello, los estudios incluidos se agruparon en categorías temáticas que permiten identificar con claridad las habilidades abordadas, los tipos de intervención y los principales aportes reportados en la literatura reciente.

Las tres categorías temáticas identificadas son:

- Pensamiento computacional (10)
- Pensamiento creativo (6)
- Robótica educativa (11)

Esta clasificación permitió organizar la reflexión y la discusión de los hallazgos de manera focalizada, identificando tanto los patrones comunes como las particularidades de cada ámbito. A continuación, se presenta el análisis detallado por categoría, considerando aspectos como año de publicación, contexto educativo, tipo de intervención, habilidades desarrolladas y aportes a la transformación digital en la educación infantil.

En la revisión de los artículos se muestra que los niños al inicio de su etapa escolar aprenden de diferentes maneras de acuerdo con su estilo de aprendizaje, que, en el marco de estas investigaciones, que involucran robots y una fundamentación teórica, son capaces de pensar en soluciones prácticas a los problemas propuestos o situaciones reales de su cotidianidad. Cada una de estas categorías proporciona una mirada sobre cómo la robótica se entrelaza con el desarrollo infantil, y no solo en la forma de aprender a programar, sino también en los procesos de desarrollo de habilidades desde una edad temprana.

3.1. Pensamiento Computacional

En esta categoría se identificaron 10 estudios publicados entre 2019 y 2025, que exploran cómo la robótica educativa facilita el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional (PC) en educación inicial. Las intervenciones más frecuentes utilizan robots de suelo programables (*Bee-Bot, Blue-Bot*) y entornos de programación visual como *ScratchJr* o interfaces tangibles, generalmente en contextos escolares formales.

Yang et al. (2022) muestran, como resultado de su estudio de caso instrumental, que el PC mejoró de manera significativa mediante un enfoque narrativo, además del robot *Matatalab*. Para este estudio, el grupo de muestra fue de niños de 5 a 6 años; así mismo participaron de forma directa dos docentes y la directora de la institución, mostrando al final la necesidad de formación profesional para atender no solo la parte pedagógica, sino la diversidad presente en las aulas. El estudio cuasiexperimental realizado por Yang et al. (2023) muestra mejora significativa en los puntajes de pensamiento computacional, producto de su estudio con enfoque basado en a la narración de cuentos para la enseñanza a niños de 5 años a través de tabletas y robots.

Angeli & Georgiou (2023) emplearon un diseño cuasiexperimental para analizar el desarrollo del pensamiento computacional, puntualmente habilidades de descomposición y secuenciación en preescolar a través del andamiaje con *Bee-Bot*, mostrando estadísticamente el efecto positivo en el desarrollo de estas habilidades. Así mismo, se observó un mejor desempeño en los varones que participaron en el estudio lo que es atribuido al componente visoespacial de las actividades. Kourti et al. (2023) confirman en su estudio de caso la comprensión de conceptos como secuencia y repetición, logrando crear proyectos originales de programación por medio de ScratchJr, mostrando un alto potencial para el desarrollo de PC.

Una de las investigaciones que adoptó un enfoque de estudio de caso con el propósito de mejorar las prácticas educativas, incorporó 30 aulas con niños entre los 4 y 6 años para estudiar cómo los niños se comportaban ante la depuración de errores en programación, lo cual es considerado una habilidad cognitiva esencial en el PC. Usando los robots tangibles *Bee-Bot*, demostraron que los niños tienen la capacidad intuitiva de resolver problemas, siendo los más complejos los errores lógicos y semánticos. (Misirl & Komis, 2023). Así mismo, Berson et al. (2023), en su estudio de caso, demuestran el desarrollo del pensamiento espacial y computacional a través del juego y la exploración guiada del robot Sphero para un grupo de 11 niños entre 3 y 4 años.

Por su parte, Quinn et al. (2023) realizaron un estudio basado en la conexión del aula de clases con la vida y cultura de los estudiantes, en lugar de solo presentar problemas de tipo abstracto. Usaron recursos como: *Code and Go Robot Mouse*, *Code-a-pillar Think and Learn* y *Botley*, evidenciando estrategias accesibles para integrar el PC en la misma de manera efectiva.

Castro et al. (2024) fueron más allá de las herramientas tradicionales para trabajar la robótica para niños al implementar tecnología de alta capacidad para su estudio. Un brazo robótico y la herramienta de recolección de datos *Techcheck-K* fueron aplicados a niños de 4 a 6 años, evidenciando de esta manera el desarrollo de áreas clave en el PC como lo son: algoritmo, estructura de control, representación, modularidad y conceptos de hardware y software, resaltando la capacidad de esta tecnología para potenciar el aprendizaje. Robledo et al. (2025) en su protocolo de investigación, pretenden evaluar cómo la robótica educativa impacta en el PC y conecta con el incremento de otras funciones ejecutivas y habilidades visoespaciales en niños de 5 a 6 años. Así mismo, se demostró el aporte al incremento del PC por medio de la robótica educativa y herramientas digitales mediante la creación y programación de microhistorias, conectando la robótica con la imaginación y sus emociones (Del Moral et al. 2025).

En conclusión, los artículos analizados evidencian que el desarrollo del pensamiento computacional puede desarrollarse eficazmente en las primeras etapas del aprendizaje escolar, con el apoyo de actividades bien diseñadas para este medio, dando como resultado el desarrollo de diversas habilidades de pensamiento, como la resolución de problemas, el pensamiento algorítmico y la abstracción. Como aspecto adicional, se resalta que, a su vez, favorece el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales, impulsando el desarrollo integral del niño.

Las estrategias pedagógicas destacadas para este fin fueron el uso de robots tangibles, actividades desconectadas y conectadas, juegos de roles y narrativa y andamiaje docente como soporte al juego guiado. El éxito de estas intervenciones para lograr el desarrollo de habilidades de pensamiento no depende únicamente de las herramientas tecnológicas, sino de la combinación de estas herramientas con un marco pedagógico para su adecuada implementación.

3.2. Pensamiento Creativo

En esta categoría se identificaron 6 estudios publicados entre 2019 y 2025, que analizan el potencial de la robótica educativa para estimular la fluidez, originalidad y elaboración en el pensamiento creativo de niños en edad inicial. Estos estudios cuentan con diferentes diseños metodológicos como cuasiexperimentos con pruebas estandarizadas de creatividad, estudios de caso en aulas reales y revisiones cualitativas basadas en percepciones de docentes. La mayoría de las intervenciones se apoyan en actividades lúdicas, narrativas o proyectos STEM integrados, lo cual favorece la imaginación y la resolución creativa de problemas.

Bers, González-González y Armas-Torres publicaron un estudio que evaluó una experiencia de *codificación como patio de recreo* desde un enfoque de diseño mixto, donde se utilizó la prueba de pensamiento creativo de Torrance para antes y después del programa, así como entrevistas semiestructuradas individuales para investigar el pensamiento creativo de los estudiantes (Bers et al. 2019). Los resultados de este estudio indicaron que las puntuaciones generales de pensamiento creativo de los participantes, así como las de la subescala de fluidez, aumentaron de manera significativa gracias al uso de la robótica *KIBO*. Este robot, diseñado para el desarrollo de niños pequeños, puede programarse sin necesidad de pantallas ni teclados, mediante la conexión de bloques de madera que representan diferentes órdenes y que además pueden decorarse. Los hallazgos evidencian que las estrategias implementadas favorecieron la comunicación, la colaboración y la creatividad en el aula. Asimismo, los docentes mostraron autonomía y confianza para integrar la programación y el pensamiento computacional en sus actividades curriculares formales, vinculando conceptos con el arte, la música y las ciencias sociales, logrando clases más creativas.

En el año 2021 se investigó sobre cómo la enseñanza de robótica y codificación, en comparación con actividades tradicionales de lápiz y papel, influye en las habilidades de resolución de problemas de niños en edad preescolar, encontrando una contribución estadísticamente significativa. (Recep et al., 2021) En este estudio se reclutó a un total de 40 estudiantes de preescolar. Los datos se recopilaron mediante la escala de habilidades para la resolución de problemas (PSSS, por sus siglas en inglés) y la prueba de habilidades de pensamiento creativo. El procedimiento experimental duró cuatro semanas y se impartieron un total de 32 horas de clase. Durante el procedimiento, en el grupo experimental se utilizó el kit de robótica educativa *WeDo 2.0*, mientras que en el grupo de control se realizaron actividades con lápiz y papel, así pues, como resultado se pudo observar los factores de imaginación y originalidad en el ámbito del lenguaje, así como los factores de finalización, adición de nuevos elementos y originalidad en el ámbito del dibujo, eran estadísticamente significativos en comparación con los demás factores.

También centraron el aprendizaje a través del juego; el objetivo fue explorar la capacidad de los niños para generar soluciones a problemas relacionados con lo digital durante el juego simbólico guiado, ya que los niños lograron resolver problemas digitales en escenarios de juego simbólico guiado. Para ello, se desarrolló un estudio exploratorio de intervención denominado *We play the future*, en el cual se incorporó un centro de tecnologías de la información (TI) como uno de los rincones de juego en jardines de infancia, junto con otros espacios como un hogar inteligente o vehículos autónomos. Finalmente, los resultados mostraron que los niños

identificaron problemas en las situaciones de juego y los resolvieron utilizando estrategias de resolución de problemas, como la creación de nuevas aplicaciones o instalación de software (Hollenstein y otros, 2022).

Así mismo, se examinó la contribución de la actividad de programación del robot *Bee-Bot* a una intervención destinada a promover el lenguaje y la capacidad espacial entre los niños en riesgo de trastorno específico del aprendizaje en edad preescolar (Brainis et al., 2022). Esta investigación aportó en el desempeño ya aprendizaje de los niños, ya que se desempeñaron mejor en las pruebas de vocabulario espacial y rotación mental que los de los otros dos grupos después de la intervención, además que un robot puede servir como una herramienta cognitiva tangible controlada por el niño para hacer una contribución en el mejoramiento de habilidades cognitivas y de aprendizaje.

En este sentido, se, investigó desde una mirada de la enseñanza en las prácticas y puntos de vista de los maestros sobre las actividades STEM para niños de 4 a 7 años, donde afirma que las razones comúnmente reportadas para la importancia de la educación STEM son el desarrollo de habilidades, el conocimiento y el interés de los niños por el aprendizaje, mientras que las habilidades que desarrollan los niños incluyen colaboración, comunicación, socialización, resolución de problemas, experimentación, pensamiento crítico, programación, creatividad y lenguaje / alfabetización. (Nikolopoulou, 2022). El aporte de esta investigación radica en evidenciar cómo los maestros reconocen y promueven diversas habilidades en los niños, destacando especialmente las sociales, las cuales son fundamentales para la creatividad colaborativa. Al considerar factores como la motivación, el interés, la edad y el nivel cognitivo de los estudiantes en la planificación de actividades STEM, se potencia la capacidad de generar ideas originales y resolver problemas de manera innovadora.

Finalmente, para el año 2024, se estudiaron los efectos de un programa de robótica basado en STEM sobre las habilidades de pensamiento creativo de los estudiantes de preescolar. (Kabadayi & Sönmez, 2024). Para esta investigación se utilizó un enfoque de diseño mixto y la prueba de pensamiento creativo de Torrance para antes y después del programa, así como entrevistas semiestructuradas individuales para investigar el pensamiento creativo de los alumnos. A modo de conclusión, fue claro que los resultados obtenidos dieron muestra que la robótica educativa y la educación STEM se consideran enfoques pedagógicos muy eficaces, adecuados para todos los grupos de edad, en espacial en educación preescolar, que es donde inicia los procesos de aprendizaje, de manera que la integración de la robótica educativa en la enseñanza ofrece a los estudiantes la posibilidad de adquirir conocimientos y desarrollar habilidades necesarias como el pensamiento creativo.

Concluyendo, se puede afirmar la robótica educativa constituye un recurso pedagógico y didáctico eficaz para potenciar el pensamiento creativo en niños de edad inicial ya que, a través de estos estudios, con enfoques metodológicos variados (cuasiexperimentos, estudios de caso, revisiones cualitativas), coinciden en que la interacción con robots diseñados para el aprendizaje temprano favorece la fluidez, la originalidad y la elaboración de ideas, así como la resolución innovadora de problemas. Además, dentro de estos estudios se pudieron destacar los programas que integran actividades lúdicas, narrativas y proyectos STEM, que estimulan la imaginación y fortalecen competencias sociales como la colaboración y la comunicación,

elementos clave para la creatividad colectiva. Finalmente, las investigaciones demuestran que el desarrollo del pensamiento creativo a través de la robótica educativa, cuando se incorpora en la enseñanza inicial, no solo eleva las puntuaciones en pruebas estandarizadas de creatividad, sino que además favorece experiencias de aprendizaje significativas, motivadoras e inclusivas que parten del contexto educativo, provocando así bases sólidas para el desarrollo integral de los estudiantes.

3.3. Robótica Educativa

Las investigaciones revisadas en esta categoría demuestran el avance que ha mostrado la robótica educativa como herramienta que ayuda al desarrollo de habilidades de pensamiento en niños en educación inicial. Otternorn et al. (2020) en su estudio descriptivo mostraron cómo los educadores de preescolar implementan la programación en su quehacer diario, la mayor parte del tiempo con diferentes tipos de robots tangibles, en donde se vinculan conceptos como matemáticas y tecnología a la práctica.

Muñoz et al. (2020) centraron su estudio en la implementación de la robótica educativa en las matemáticas, integrando robótica tangible de baja complejidad como un recurso para la enseñanza de las matemáticas en niños de cuatro a siete años. Dando como resultado mejoría en las habilidades lógico-matemáticas. De igual forma, Somuncu y Aslan (2022) en su estudio cuasiexperimental, demostraron que la aplicación de actividades de codificación mejoró el razonamiento matemático en comparación con lo desarrollado en un currículo habitual de preescolar. Así mismo, Yang et al. (2022) dijeron que, para lograr una mejora significativa en la secuenciación, la programación de robots era mucho más efectiva que el juego con bloques tradicionalmente usados como el *Marbel Run*. En este punto se descubrió que factores como la motivación y el compromiso eran clave para lograr el desarrollo de habilidades como el PC según Gerosa et al. (2022)

En lo que respecta al género, Montuori et al. (2022) Realizaron un estudio con niños y niñas de 5 a 7 años, en donde al final del ejercicio se apreciaron diferencias en las funciones ejecutivas como planificación e inhibición, dando como resultado mayor alcance en las tareas de programación que realizaron los niños y mayor tiempo de planificación en las niñas.

Parlatan et al. (2023) muestran con su estudio cuasiexperimental el impacto positivo que tiene la integración de la robótica en el contexto de las matemáticas, convirtiéndola en algo tangible y divertida para los niños objeto de estudio, evidenciando así, un notable desarrollo de estas habilidades. Entre tanto, Barragan et al. (2023) fueron más allá de las habilidades de PC que podrían desarrollar los niños de tres a cuatro años al trabajar con la robótica, ya que su estudio se enfocó en trabajar aspectos típicos de conductas disruptivas, arrojando progresivamente resultados positivos. Adicionalmente, Montuori et al. (2023) demostraron en su ensayo controlado, los efectos en el desarrollo de habilidades cognitivas y otras funciones ejecutivas a través de un entrenamiento que convino la robótica educativa con actividades desconectadas, dando lugar a las llamadas transferencias cercanas y transferencias lejanas tales como las habilidades visoespaciales.

Así mismo, Yang, W. (2024) investigó sobre comparar la eficacia de dos programas de nueve semanas en niños de edad preescolar para el desarrollo del pensamiento computacional, utilizando robots de programación y el otro utilizando aplicaciones de programación, en este sentido, el estudio evidenció que el programa de robots de programación fue más eficaz para promover las habilidades de pensamiento computacional a través de la robótica entre los niños en edad preescolar que el programa de aplicaciones de programación, mostrando que para los niños el uso de un robot de programación en este facilitó el aprendizaje incorporado al proporcionar un objeto físico con el que los niños podían interactuar

Finalmente, Zurnacı, B., & Turan, Z. (2024) en su estudio comparó los efectos de la robótica educativa y de las actividades de programación sin computadora en jardines de infancia, centrándose en el pensamiento computacional y la capacidad de ejecución de los niños en edad preescolar. Los resultados mostraron una diferencia significativa entre las puntuaciones previas y posteriores a la prueba de pensamiento computacional, evidenciando que la programación con un robot educativo fue más eficaz y eficiente para la adquisición de habilidades de pensamiento computacional que las actividades de programación desconectadas.

En conclusión, los estudios referenciados evidencian que la robótica educativa constituye un recurso pedagógico de gran potencial para la educación inicial, al permitir que conceptos abstractos como la secuenciación, el razonamiento lógico-matemático y las funciones ejecutivas se trabajen desde experiencias tangibles, motivadoras y contextualizadas. En este sentido desde una mirada pedagógica, la robótica fomenta la motivación, el compromiso y la colaboración, favoreciendo no solo el desarrollo del pensamiento computacional, sino también de habilidades cognitivas transversales como la planificación, la inhibición y el razonamiento matemático, además que, ofrece posibilidades de inclusión al atender tanto dimensiones académicas como aspectos socioemocionales y conductuales.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los artículos analizados sugieren que la robótica educativa es una herramienta efectiva para promover el desarrollo de habilidades de pensamiento en la primera infancia. En particular, los estudios evidencian aportes significativos al desarrollo del pensamiento lógico, el pensamiento computacional, la creatividad y la resolución de problemas. En coherencia con el objetivo de esta revisión, los hallazgos permiten afirmar que la robótica educativa constituye un recurso pedagógico eficaz para el desarrollo de habilidades de pensamiento en la educación inicial, especialmente en lo relativo al pensamiento computacional y al pensamiento creativo. Las evidencias analizadas muestran que, cuando las intervenciones están mediadas pedagógicamente y articuladas con actividades lúdicas, narrativas y proyectos interdisciplinarios, se favorece la resolución de problemas, la creatividad, la abstracción y la secuenciación desde edades tempranas.

Un elemento transversal en los artículos revisados es la manera en que la robótica como disciplina permite articular la creatividad con el pensamiento lógico, computacional y matemático, generando aprendizajes integrales; sin embargo, se identifican algunos vacíos en la investigación relacionados con la evaluación del impacto en dimensiones socioemocionales

o inteligencia emocional, la inclusión de estudiantes con diversas necesidades y la adaptación curricular en contextos vulnerables o con baja disponibilidad tecnológica.

Si bien el objetivo central de esta revisión se enfoca en el desarrollo de habilidades de pensamiento, principalmente pensamiento computacional y pensamiento creativo, algunos estudios reportan de manera complementaria efectos positivos en habilidades socioemocionales, las cuales se entienden en este trabajo como resultados secundarios asociados a las dinámicas colaborativas, lúdicas y mediadas por el docente propias de las intervenciones con robótica educativa.

Más allá de los beneficios puntuales reportados en pruebas estandarizadas o en experiencias concretas, la robótica educativa debe ser comprendida como un recurso de transformación pedagógica que demanda nuevas formas de planear, acompañar, diseñar y evaluar el aprendizaje. Esto plantea retos para la formación docente, ya que se requiere un rol mediador capaz de diseñar experiencias auténticas que equilibren la exploración libre con la orientación guiada, evitando reducir la robótica a un simple recurso instrumental. En otras palabras, los docentes tienen el reto de adaptar las experiencias de aula a las necesidades y el contexto de los estudiantes.

Sin embargo, los estudios analizados también evidencian desafíos importantes desde una mirada crítica del docente; ya que, por un lado, la mayoría de las investigaciones se concentran en experiencias de corta duración o en contextos controlados, lo que limita la posibilidad de observar efectos sostenidos en el tiempo, o de análisis para profundizar en los cambios en el desarrollo de habilidades de los estudiantes. Por otro lado, la brecha en recursos tecnológicos y formación docente se mantiene como un obstáculo para garantizar la equidad en el acceso a estas prácticas esto invita a pensar la robótica no solo como un recurso de aula desde una disciplina, sino como parte de una política educativa de transformación digital que asegure condiciones de infraestructura, capacitación y acompañamiento pedagógico para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desde una perspectiva crítica, se hace necesario reconocer que la robótica educativa debe trascender la fascinación por la novedad tecnológica y centrarse en la intencionalidad y mediación pedagógica. Pues bien, el verdadero potencial de esta herramienta no radica en el dispositivo o herramienta en sí, sino en la manera en que los docentes diseñan experiencias de aprendizaje que integren la exploración, la reflexión y la creatividad, contextualizada en el estudiante. Por ello, resulta urgente fortalecer la formación docente en competencias digitales y pedagógicas, de manera que los docentes puedan apropiarse de la robótica como un recurso para innovar, transformar y democratizar la educación en la era digital desde edades muy tempranas para aprovechar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

La discusión de esta revisión confirma que la robótica educativa en la primera infancia o edad preescolar tiene un impacto positivo en el desarrollo cognitivo y creativo, pero también abre un campo de retos que requieren ser atendidos desde la investigación, la práctica, la didáctica, la pedagogía y la política pública. Solo así se logrará que la robótica no sea un privilegio de unos pocos, sino una herramienta democratizadora que potencie las capacidades de todos los niños desde sus primeros años de vida.

La revisión sistemática realizada permite evidenciar que desde la robótica educativa es posible constituir un recurso pedagógico de alto valor en la educación de nivel preescolar, no únicamente como medio para introducir nociones de programación, sino como favorecedor del desarrollo integral de habilidades de pensamiento creativo y computacional desde edades tempranas.

Los hallazgos de las investigaciones evidencian que el éxito de estas intervenciones no reside solo en la incorporación de dispositivos tecnológicos, sino en la construcción de ambientes de aprendizaje significativos, lúdicos y colaborativos, en los que el docente actúa como mediador y diseñador de experiencias que articulan la robótica con narrativas, juegos y proyectos interdisciplinarios y partiendo desde el contexto de las características de los estudiantes.

Es así que esta revisión presentada muestra a la robótica educativa como una disciplina para preguntarse sobre las prácticas tradicionales de enseñanza, ya que al desplazar la instrucción centrada en la memorización, hacia procesos de exploración, resolución de problemas y creatividad se plantean desafíos relacionados con la formación docente, la equidad en el acceso a los recursos y la necesidad de diseñar propuestas contextualizadas que eviten la mera instrumentalización de la tecnología, si no que sea tal vez una mediación del aprendizaje y el desarrollo de pensamiento.

En este sentido, los estudios revisados demuestran que la robótica en preescolar no es un lujo, sino una oportunidad para construir ciudadanía digital desde la primera infancia, puesto que su potencial se concreta cuando se convierte en un puente entre la tecnología, la imaginación, y las competencias socioemocionales, fortaleciendo el desarrollo de habilidades de pensamiento, la alfabetización digital y la inclusión educativa.

Finalmente, desde una perspectiva práctica, los resultados de esta revisión ofrecen orientaciones relevantes para docentes y diseñadores curriculares interesados en integrar la robótica educativa de manera pedagógicamente intencionada y significativa en contextos escolares. Asimismo, se identifican líneas de investigación futuras orientadas al desarrollo de estudios longitudinales, al análisis de la implementación en contextos educativos diversos y a la profundización en la formación docente, con el propósito de fortalecer el impacto educativo y la sostenibilidad de estas propuestas pedagógicas que nacen de las necesidades de cada contexto.

5. FINANCIACIÓN

Este estudio ha sido financiado por la Universidad de Manizales, en el marco del programa de Maestría en Educación y Transformación Digital, en la vigencia 2025.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES (en caso de coautoría)

Conceptualización, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O; curación de datos, C.D-P y S.E.E-D; análisis formal, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O; investigación, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O; metodología, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O; administración del proyecto, L.C.C-O; supervisión, L.C.C-O; validación, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O; visualización, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O redacción—preparación del borrador original, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O; redacción—revisión y edición, C.D-P, S.E.E-D y L.C.C-O.

7. REFERENCIAS

Amri, S., Budiyanto, C. W., Fenyvesi, K., Yuana, R. A., & Widiastuti, I. (2022). Educational Robotics: Evaluating the role of Computational Thinking in attaining 21st Century Skills. Open Education Studies, 4(1), 322–338. https://doi.org/10.1515/edu-2022-0174

Angeli, C., & Georgiou, K. (2023). Investigating the effects of gender and scaffolding in developing preschool children's computational thinking during problem-solving with Bee-Bots. Frontiers in education, 7. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.757627

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. International journal of social research methodology, 8(1), 19–32. https://doi.org/10.1080/1364557032000119616

Barragán-Sánchez, R., Romero-Tena, R., & García-López, M. (2022). Educational robotics to address behavioral problems in early childhood. Education Sciences, 13(1), 22. https://doi.org/10.3390/educsci13010022

Battelle for Kids. (2025). Partnership for 21st Century Learning® Frameworks & Resources. P21® Resources. https://www.battelleforkids.org/insights/p21-resources/

Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. Computers & Education, 138, 130–145. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013

Berson, I. R., Berson, M. J., McKinnon, C., Aradhya, D., Alyaeesh, M., Luo, W., & Shapiro, B. R. (2023). An exploration of robot programming as a foundation for spatial reasoning and computational thinking in preschoolers' guided play. Early Childhood Research Quarterly, 65, 57–67. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.015

Brainin, E., Shamir, A., & Eden, S. (2022). Promoting spatial language and ability among SLD children: Can robot programming make a difference? Journal of Educational Computing Research, 60(7), 1742–1762. https://doi.org/10.1177/07356331221083224

Çakır, R., Korkmaz, Ö., İdil, Ö., & Uğur Erdoğmuş, F. (2021). The effect of robotic coding education on preschoolers' problem solving and creative thinking skills. Thinking Skills and Creativity, 40(100812), 100812. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100812

Castro, A., Aguilera, C., Yang, W., & Urrutia, B. (2024). High-capacity robots in early education: Developing computational thinking with a voice-controlled collaborative robot. Education Sciences, 14(8), 856. https://doi.org/10.3390/educsci14080856

Del-Moral-Pérez, E., López-Bouzas, N., & Castañeda-Fernández, J. (2025). Microrrelatos, codificación robótica, aplicaciones digitales y realidad aumentada para potenciar el pensamiento computacional infantil. Pixel bit, 73, 1–26. https://doi.org/10.12795/pixelbit.115193

Emen-Parlatan, M., Ördek-İnceoğlu, S., Gürgah-Oğul, İ., & Aslan, D. (2023). Technology and early mathematics skills: Effectiveness of I Love Math with Robots. The Journal of

Educational Research, 116(2), 90–99. https://doi.org/10.1080/00220671.2023.2203092

Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L., & Carboni, A. (2022). Educational robotics intervention to foster computational thinking in preschoolers: Effects of children's task engagement. Frontiers in Psychology, 13, 904761. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.904761

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. Educational Researcher (Washington, D.C.: 1972), 42(1), 38–43. https://doi.org/10.3102/0013189x12463051

Hollenstein, L., Thurnheer, S., & Vogt, F. (2022). Problem solving and digital transformation: Acquiring skills through pretend play in kindergarten. Education Sciences, 12(2), 92. https://doi.org/10.3390/educsci12020092

Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. Education and Information Technologies, 23(6), 2531–2544. https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z

Kourti, Z., Michalakopoulos, C.-A., Bagos, P. G., & Paraskevopoulou-Kollia, E.-A. (2023). Computational Thinking in preschool age: A case study in Greece. Education Sciences, 13(2), 157. https://doi.org/10.3390/educsci13020157

Misirli, A., & Komis, V. (2023). Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge. Early Childhood Research Quarterly, 65, 139–158. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.014

Montuori, C., Pozzan, G., Padova, C., Ronconi, L., Vardanega, T., & Arfé, B. (2023). Combined unplugged and educational robotics training to promote computational thinking and cognitive abilities in preschoolers. Education Sciences, 13(9), 858. https://doi.org/10.3390/educsci13090858

Montuori, C., Ronconi, L., Vardanega, T., & Arfé, B. (2022). Exploring gender differences in coding at the beginning of primary school. Frontiers in Psychology, 13, 887280. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.887280

Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J., & Nielsen, M. (2020). Developing an interactive environment through the teaching of mathematics with small robots. Sensors (Basel, Switzerland), 20(7), 1935. https://doi.org/10.3390/s20071935

Nikolopoulou, K. (2023). STEM activities for children aged 4–7 years: teachers' practices and views. International Journal of Early Years Education, 31(3), 806–821. https://doi.org/10.1080/09669760.2022.2128994

Otterborn, A., Schönborn, K. J., & Hultén, M. (2020). Investigating preschool educators' implementation of computer programming in their teaching practice. Early Childhood Education Journal, 48(3), 253–262. https://doi.org/10.1007/s10643-019-00976-y

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2022). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviewsDeclaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Revista panamericana de salud publica [Pan American journal of public health], 46, e112. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112

Quinn, M. F., Caudle, L. A., & Harper, F. K. (2025). Embracing culturally relevant computational thinking in the preschool classroom: Leveraging familiar contexts for new learning. Early Childhood Education Journal, 53(2), 393–403. https://doi.org/10.1007/s10643-023-01581-w

Robledo-Castro, C., Vieira Mejía, C., & Chiu, J. (2025). Exploring computational thinking, executive functions, visuospatial skills and experiences with toys in early childhood: Protocol for a controlled trial. MethodsX, 14(103145), 103145. https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.103145

Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. Creativity Research Journal, 24(1), 92–96. https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092

Sïper Kabadayi, G., & Sönmez, D. (2024). The effects of a robotics program on preschool-students creative thinking skills. Hacettepe University Journal of Education. https://doi.org/10.16986/huje.2024.522

Somuncu, B., & Aslan, D. (2022). Effect of coding activities on preschool children's mathematical reasoning skills. Education and Information Technologies, 27(1), 877–890. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10618-9

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Yang, W. (2024). Coding with robots or tablets? Effects of technology-enhanced embodied learning on preschoolers' computational Thinking and social-Emotional Competence. Journal of Educational Computing Research, 62(4), 938–960. https://doi.org/10.1177/07356331241226459

Yang, W., Luo, H., & Su, J. (2022). Towards inclusiveness and sustainability of robot programming in early childhood: Child engagement, learning outcomes and teacher perception. British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology, 53(6), 1486–1510. https://doi.org/10.1111/bjet.13266

Yang, W., Ng, D. T. K., & Gao, H. (2022). Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and self-regulation. British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology, 53(6), 1817–1841. https://doi.org/10.1111/bjet.13215

Yang, W., Ng, D. T. K., & Su, J. (2023). The impact of story-inspired programming on preschool children's computational thinking: A multi-group experiment. Thinking Skills and Creativity, 47(101218), 101218. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101218

Zurnacı, B., & Turan, Z. (2024). Educational robotics or unplugged coding activities in kindergartens?: Comparison of the effects on pre-school children's computational thinking and executive function skills. Thinking Skills and Creativity, 53(101576), 101576. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101576

Para citar este artículo:

Correa-Ortiz, L. C., Daw-Pacheco, C., & Espinosa-Delgado, S. E. (2026). Desarrollo de habilidades de pensamiento mediante robótica educativa en educación inicial: una revisión sistemática. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 2. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4499

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

Percepción docente sobre tecnologías digitales en laboratorios de ciencias en secundaria

Teachers' perceptions of digital technologies in secondary science labs

Jordi Gavaldà Bernal (J. G. B.). Universitat Rovira i Virgili (España)

Vanessa Esteve-González (V. E. G). Universitat Rovira i Virgili (España)

Cristina Valls-Bautista (C. V. B). Universitat Rovira i Virgili (España)

RESUMEN

El método científico, fundamental en las prácticas de laboratorio, promueve la alfabetización científica mediante una secuencia de pasos que culminan en resultados y su comunicación. Las tecnologías digitales (TD), cada vez más integradas en la educación, pueden facilitar ciertas fases del método, permitiendo a los estudiantes centrarse en aspectos más reflexivos y profundos del aprendizaje. Este estudio analiza el uso de las TD en las prácticas de laboratorio del ámbito científico-tecnológico en educación secundaria y bachillerato, identificando en qué fases del método científico se aplican y qué tipo de tecnologías se utilizan. Además, se explora la percepción docente sobre la automatización de la elaboración del informe final. Se empleó una metodología cualitativa mediante una encuesta a 45 docentes de centros educativos de Catalunya (España). Los resultados evidencian un uso heterogéneo y no sistemático de las TD, con un predominio de herramientas tradicionales para la redacción de informes. No obstante, el profesorado se muestra favorable a utilizar TD para automatizar tareas mecánicas y así potenciar el aprendizaje reflexivo del alumnado. El estudio aporta claves para optimizar el uso de TD en la enseñanza de ciencias.

ABSTRACT

The scientific method, fundamental in laboratory practices, promotes scientific literacy through a sequence of steps that lead to results and their communication. Digital technologies (DT), increasingly integrated into education, can facilitate certain phases of the method, allowing students to focus on more reflective and in-depth aspects of learning. This study analyses the use of DT in science and technology laboratory practices in secondary and upper secondary education, identifying which phases of the scientific method they are applied to and what types of technologies are used. Additionally, it explores teachers' perceptions regarding the automation of the final report preparation. A qualitative methodology was used through a survey conducted with 45 teachers from educational centres in Catalonia (Spain). The results show a heterogeneous and unsystematic use of DT, with a predominance of traditional tools for writing reports. However, teachers are generally in favour of using DT to automate mechanical tasks, thus allowing students to focus more on the learning objectives. This study offers valuable insights for optimizing the use of DT in science education.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

Prácticas de laboratorio, tecnología digital, educación secundaria, alfabetización científica.

Laboratory practices, digital technology, secondary education, scientific literacy.

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 24-09-2025
Aceptado: 19-03-2026

1. INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos que aparecieron a finales del siglo XX permitieron acercar, cada vez más, la ciencia a la población. Se consideró necesario, por tanto, que la sociedad debía tener una mínima alfabetización científica que le permitiera reflexionar y debatir temas relacionados con este ámbito (UNESCO, 1999). Sin embargo, la definición de alfabetización científica se ha tenido que actualizar, ya entrado el siglo XXI, para dar cabida a términos competenciales como los evaluados en las pruebas PISA que se hacen cada tres años al alumnado de 15 años en más de 70 países. En concreto, se evalúan las competencias: "explicar fenómenos científicamente", "evaluar y diseñar investigaciones científicas" e "interpretar datos y evidencias científicamente" (OECD, 2017, p. 22). Por consiguiente, en este marco se evalúan tanto el conocimiento del contenido asociado a los conceptos y teorías con base científica, el conocimiento procedimental vinculado a procesos de investigación y práctica y, por último, el conocimiento epistémico ligado a la comprensión de la ciencia (Vázquez-Alonso y Manassero Mas, 2018).

Por otra parte, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) determina que, los sistemas educativos vigentes en cada país deben ofrecer un aprendizaje competencial y de calidad que garantice la inclusión de los jóvenes a programas tecnológicos y científicos (ONU, 2015). En este sentido, desde el 2012 se aplican en Cataluña (España) otras pruebas para determinar el grado de adquisición de las competencias básicas del alumnado que finaliza la etapa de estudios obligatorios. Estas pruebas las gestiona cada curso el *Departament d'Educació i Formació Professional*, órgano que depende de la Generalitat de Cataluña. El diseño de las pruebas se hace basándose en las competencias que marca el currículum de esta comunidad autónoma. En general, los resultados marcan un ligero y progresivo retroceso en la adquisición de dicha competencia por parte del alumnado. De hecho, desde el 2016 hasta el 2022 la media ha bajado 3,5 puntos porcentuales (CSASE, 2022). Con todo lo anterior, la indagación científica, en cualquiera de sus modalidades, se presenta como una buena estrategia didáctica para mejorar la competencia científica. Por medio de las actividades experimentales, el alumnado conoce y aplica los pasos del método científico (Borrull y Valls, 2019; Vick et al. 2012). El método científico se entiende como un proceso experimental que incluye una serie de fases ordenadas (Science Buddies, s.f.). Este método no es estrictamente lineal, pues en función de los resultados, será preciso la repetición de alguna de las fases o el replanteamiento de la hipótesis inicial (Science Buddies, s.f.; Voit, 2019). González Aguado (2003) describe cinco etapas que engloban todos los pasos del método científico. En la primera etapa se incluyen la observación e identificación del fenómeno que se quiere investigar a través de una búsqueda de información. En la segunda etapa, se formula la hipótesis. Posteriormente, en la siguiente etapa, se realizan los pasos correspondientes al diseño del experimento y recogida de datos. La cuarta etapa se centra en el análisis e interpretación de los datos obtenidos. Esto permite establecer unas conclusiones. Finalmente, en la quinta y última etapa, se presenta la comunicación de los resultados mediante un informe o memoria. Es evidente, por tanto, que aplicar correctamente el método científico requiere una buena planificación (Science Buddies, s.f.). Las sesiones de prácticas de laboratorio en la educación secundaria se ven condicionadas a la disponibilidad de suficiente tiempo para llevarlas a cabo (Wang et al., 2019). En buena parte, esto se deba a la necesidad de seguir el horario establecido por el mismo centro educativo. En otro orden de cosas, el currículum de educación obligatoria de Cataluña establece la competencia digital como una competencia de carácter transversal (DECRET

187/2015). Esta fomenta el uso de las tecnologías digitales (TD) para que el alumnado las aprenda a utilizar de forma autónoma, garantice la alfabetización de la información y la gestión de datos, así como la capacidad de trabajo colaborativo. Precisamente, el uso de TD en el ámbito científico es motivo de estudio por parte de Valverde-Crespo y González-Sánchez (2015). En su investigación, concluyen que, pese a un uso frecuente de las TD, el alumnado no adquirió correctamente la competencia digital. En concreto, no habían desarrollado una actitud crítica ni la capacidad de reflexionar sobre la información recibida por medio de la TD. Por tanto, sugieren que, para adquirir correctamente las habilidades asociadas a la competencia digital, estas deben ser trabajadas a lo largo de toda la educación obligatoria. De hecho, hay diferentes TD para cada una de las etapas del método científico. López Simó et al. (2017) analizan la relevancia de la TD en la práctica científica dentro de un contexto educativo. Estos autores proponen, además, un marco para el uso de las TD en las prácticas de laboratorio que contempla cuatro dimensiones. Así pues, el uso de los sensores de dispositivos móviles y aplicaciones de análisis de vídeo o sonido encajan con la indagación del mundo real. En cambio, para la indagación de "mundos virtuales" deben emplearse simuladores. Los lenguajes de programación y programas de diseño los vinculan a la modelación. Finalmente, para la argumentación proponen el uso de aplicaciones colaborativas (Wikis, Patlet, etc.). Luego, la incorporación de la TD correcta en alguna de las etapas que conforman el método científico puede substituir parte del proceso manual, facilitando que el alumnado adquiera las competencias científica y digital en paralelo durante la práctica de laboratorio. Vieyra et al. (s.f.) presentan cinco experiencias de laboratorio de física en las que se utilizan dispositivos móviles para la adquisición de datos y la representación gráfica de los mismos. Nurul y Siew (2018) publican otro estudio basado en el uso de dispositivos móviles para el estudio de la resonancia de las ondas. En este caso, la TD se emplea tanto en el procedimiento, en la recogida de datos como en la representación de los parámetros de las ondas. Un tercer ejemplo lo describen Xie et al. (2021) en su artículo. Estos autores diseñaron unos laboratorios de química que permitieron recoger los datos de experimentos reales mediante tecnología basada en la Internet de las cosas. No obstante, ninguno de estos ejemplos plantea el uso de una TD específica para la fase de comunicación y redactado de la memoria de laboratorio. Teniendo en cuenta el enfoque anterior de las TD en las prácticas de laboratorio, este se ve reforzado con estudios como los de Van De Heyde y Siebrits (2020). Estos dos autores afirman que el uso de las TD en entornos educativos tiene un peso importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje, promoviendo una mejor alfabetización científica. A su vez, Walan (2020) constató que las TD facilitan el acceso a nuevos recursos y permiten personalizar los contenidos. En este sentido, el uso de las TD puede agilizar o simplificar algunas de las fases del método científico sin perder la esencia de la práctica de laboratorio. Es decir, optimizar el tiempo disponible automatizando el desarrollo de la sesión práctica en aquellos pasos que garanticen poder cumplir con los objetivos de aprendizaje y su rigor científico. En otras palabras, se considera necesario valorar la posibilidad de introducir una nueva TD que no desvirtúe la práctica de laboratorio y que, a su vez, se base en el uso de habilidades asociadas a la competencia digital del alumnado. Todo ello enmarcado en acciones que eviten repetir aquellos pasos más rutinarios que ya se trabajan en las aulas ordinarias. Este sería el caso, por ejemplo, de los cálculos de resultados (procedimiento similar al hecho en la resolución de problemas que acompañan a la teoría).

La finalidad de este estudio es, por tanto, conocer qué TD son las más habituales en las sesiones de laboratorio de ciencias, concretamente en las etapas educativas de secundaria y bachillerato

de Cataluña, y en qué fases del método científico se emplean. También se pretende conocer la percepción de los docentes sobre la posibilidad de automatizar, en diferentes grados, la elaboración de la memoria final de la práctica de laboratorio que debe presentar el alumnado para que este se pueda centrar en algunas fases importantes de la práctica.

2. MÉTODO

El presente estudio se enmarcó dentro de una metodología de investigación cualitativa. Se centró en explorar la realidad de los centros educativos de Cataluña en relación a las prácticas de laboratorio (materias, cursos y duración media), cuáles son las TD más utilizadas y en qué fases del método científico se aplican. Para ello se diseñó y validó una encuesta dirigida a los docentes de educación secundaria y bachillerato del ámbito científico-tecnológico.

Este estudio puede abordarse desde una perspectiva etnográfica, inspirada en Evans-Pritchard (1973), orientada a identificar patrones discursivos que organizan el uso de TD en las prácticas de laboratorio. Es decir, a partir de la encuesta se buscó extraer patrones en las funciones atribuidas a dispositivos como el ordenador, el teléfono móvil, los simuladores u otros dispositivos y TD.

Instrumento

El instrumento de recogida de datos se diseñó con la finalidad de cubrir aquellos aspectos que permitieran entender y conocer la realidad del uso de las TD en los laboratorios de los centros educativos de Cataluña. Para ello se establecieron tres bloques a estudiar:

1) Materias y niveles educativos con sesiones de laboratorio.
2) Uso de recursos y tecnologías digitales en el laboratorio por parte del alumnado.
3) Innovación en las prácticas de laboratorio.

En total se establecieron 8 preguntas del tipo selección múltiple, selección única, orden de prioridad y escala de Likert. La distribución de las preguntas se dispuso de la siguiente manera: 3 para el primer bloque, 3 para el segundo y 2 preguntas más para el último.

Las preguntas del primer bloque se concretaron en 2 de selección múltiple y 1 de selección única. Se pedía a los docentes que indicaran qué materias del ámbito científico y tecnológico tenían destinadas prácticas de laboratorio en su centro educativo y en qué niveles educativos se implementaban estas prácticas. Para acabar este primer bloque se preguntaba la duración aproximada en minutos de dichas sesiones.

El segundo bloque estaba formado por 3 preguntas de tipo selección múltiple. En la primera pregunta se pedía que el docente seleccionara las herramientas y TD más importantes que utiliza el alumnado en los laboratorios. Entre las opciones que se ofrecía se contemplaban simuladores, laboratorios remotos o virtuales, aplicaciones para dispositivos móviles o tabletas digitales, elementos de robótica, aplicaciones ofimáticas, ordenadores u otras opciones. En la segunda pregunta se planteaba al docente en qué fases del método científico aplica el alumnado dichas herramientas y TD. La última pregunta de este bloque se estructuró para

saber cuál es el formato de entrega de la memoria sobre las prácticas de laboratorio (libreta o dosier, documento de texto, hoja de cálculo, etc.).

Finalmente, en el tercer bloque se hicieron 2 preguntas sobre innovación en las prácticas de laboratorio. Estas últimas fueron de tipo orden de prioridad y escala de Likert de 5 puntos. Primero se preguntaba en qué orden de importancia consideraba cada docente que debía saber hacer el alumnado tres acciones relacionadas con el método científico: realizar correctamente el procedimiento de la práctica; calcular los resultados finales a partir de los valores obtenidos y justificar el resultado y escribir las conclusiones finales de la memoria. La segunda pregunta (escala de Likert) estaba pensada para saber la opinión del docente al plantear la posibilidad de disponer de una TD capaz de automatizar algunas tareas específicas de la memoria (cálculo de resultados finales y generación de gráficos) y que mantuviera un espacio para que el alumnado redactase las conclusiones.

Dada la naturaleza del estudio, no se consideró relevante incluir preguntas sobre datos personales de los docentes (edad, género o años de experiencia) ni sobre el tipo de centro educativo (público, concertado o privado). De esta manera, las preguntas se focalizaron en saber cómo el alumnado participa de las TD en las diferentes fases del método científico.

2.1.1. Validación de la encuesta

Con la finalidad de garantizar que el diseño del instrumento de recogida de datos cumplía con el objetivo del estudio, esta fue sometido a un proceso de validación. En él participaron 8 miembros de la Universitat Rovira i Virgili (URV) expertos en tecnología educativa y en didáctica de ciencias (5 hombres y 3 mujeres).

A todos ellos se les facilitó un formulario en el que se especificaba el objetivo del estudio y en el que se incluía una copia de todas las preguntas. Para cada una de ellas debían responder, en una escala Likert del 1 (muy en desacuerdo) al 5 (totalmente de acuerdo), sobre tres criterios diferentes. Estos hacían referencia a la univocidad, pertinencia y relevancia de la pregunta respecto al objetivo del estudio. Además, se incluyó un espacio para redactar una respuesta abierta de manera que pudieran escribir comentarios si detectaban incoherencias o sugerencias para mejorar la pregunta.

Las aportaciones de los expertos que validaron el instrumento de recogida de datos permitieron realizar unos pequeños cambios respecto a las preguntas originales que aportaron más valor y coherencia al instrumento.

Participantes

La muestra surge de la población de los centros educativos de educación secundaria y bachillerato de Cataluña. Se realizó un muestreo por conveniencia a 270 instituciones educativas. En total, se obtuvieron 45 respuestas de docentes de centros educativos.

Procedimiento y análisis de datos

La encuesta se implementó en línea a través de un formulario y los datos se almacenaron en una hoja de cálculo en una carpeta privada. Esto garantizó los criterios éticos de

confidencialidad de la información obtenida, así como la de los participantes. Previamente, estos últimos fueron informados sobre el propósito y objetivo de la herramienta siguiendo las recomendaciones de Carrera Farran et al. (2016).

Los tres bloques de la encuesta en línea se estructuraron en secciones, de manera que cada una incluyó las preguntas relacionadas con cada bloque del estudio (materias y niveles educativos, recursos y tecnologías digitales empleados e innovación en las prácticas de laboratorio). Finalmente se añadió una cuarta sección en la que se preguntaba si el docente deseaba recibir un informe con el resultado de la encuesta y el correo al cual mandarlo.

Para el análisis cualitativo se utilizó el programa Maxqda, con el fin de dar significado a los datos obtenidos mediante codificaciones. Se entiende por codificación al proceso manual que hace el investigador para asignar una categoría (o código) a la parte de los datos que está analizando y que considera relevante para el estudio.

A partir de las ocho preguntas del estudio se establecieron diez categorías principales, y otra adicional correspondiente a la pregunta final sobre si querían recibir información (véase tabla 1 del anexo I). Para cada una de estas categorías principales se definieron subcategorías en función del contenido de cada pregunta. De este modo, cada respuesta pudo analizarse individualmente y asignarse a la subcategoría correspondiente dentro de su categoría principal.

En las preguntas de respuesta múltiple fue necesario analizar y codificar de manera independiente cada una de las opciones seleccionadas por el profesorado. En consecuencia, tanto si se seleccionaba una como varias opciones de respuesta, cada una de ellas se asignó a la subcategoría correspondiente. Es decir, todas las opciones marcadas en la encuesta en línea fueron codificadas individualmente. Por ejemplo, en la categoría del nivel educativo se distinguieron las subcategorías de educación obligatoria y bachillerato, lo que puede dar lugar a más de 45 codificaciones por categoría cuando un mismo docente selecciona más de una opción.

En el caso de la pregunta de selección única, se aplicó el criterio de codificar la respuesta dentro de una de las dos subcategorías posibles.

A la pregunta de orden de prioridad, las posibles combinaciones de respuesta eran seis, aplicando la fórmula factorial de tres elementos (3! = 6). Para su análisis se optó por tener una categoría principal para cada una de las opciones (procedimiento, cálculo y justificación). A su vez, para cada una de ellas se establecieron tres subcategorías: en función de si se había escogido en primera, segunda o tercera instancia.

3. RESULTADOS

Tal como se ha mencionado anteriormente, la encuesta estaba dividida en tres secciones (materias y niveles educativos, recursos y tecnologías digitales empleados e innovación en las prácticas de laboratorio). De esta manera, las preguntas formuladas en cada una de ellas tenían relación entre sí y daban una visión detallada del contexto.

Materias y niveles educativos con prácticas de laboratorio

En esta sección se recogieron datos referentes a la distribución de las materias y niveles educativos con mayor vinculación a los laboratorios.

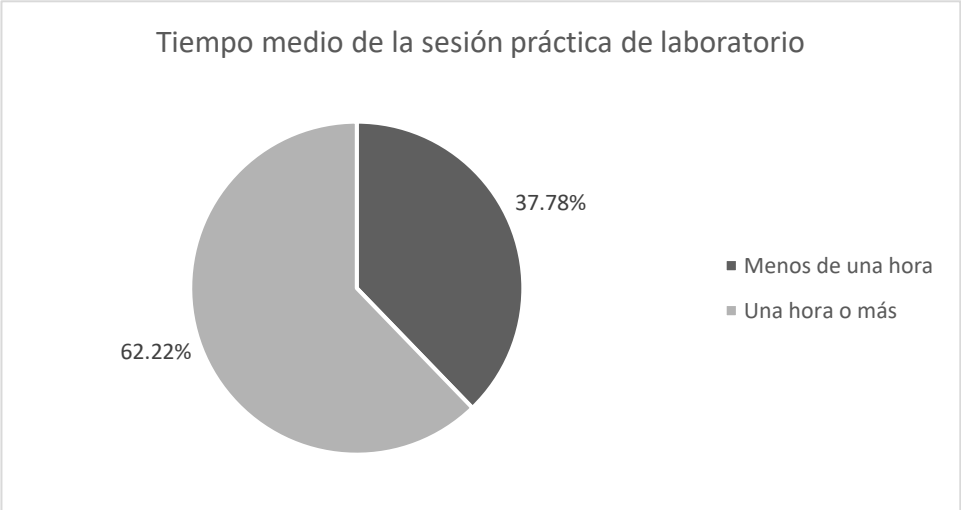
La primera pregunta, correspondiente a la categoría "materia", se refiere a las materias curriculares que incluyen sesiones prácticas de laboratorio. A partir del análisis se establecieron dos subcategorías: "ámbito científico", que engloba biología, geología, física y química, y "ámbito tecnológico", que incluye las materias de tecnología, ingeniería y robótica. Los resultados muestran un claro predominio del ámbito científico, con 118 codificaciones de un total de 143, lo que supone el 82,52 % de las codificaciones de la categoría "materia". No obstante, el ámbito tecnológico presenta también una presencia significativa, con 25 codificaciones (17,48 %). Estos datos indican que las materias de carácter científico concentran un mayor número de sesiones experimentales en comparación con las materias tecnológicas.

En referencia al nivel educativo en el que se realizan las prácticas de laboratorio, para el análisis de resultados se hizo una distinción entre la etapa de educación secundaria obligatoria y la etapa postobligatoria de bachillerato. Entre ambas etapas se codificaron 179 respuestas. En la etapa de educación secundaria obligatoria se mostraron las opciones para los 4 cursos académicos que conforman dicha etapa, mientras que para la de bachillerato solo dos cursos. Como en el caso anterior, en la etapa de secundaria hay un mayor número de respuestas codificadas (127 de 179). Este valor queda representado por el 70,95% de las codificaciones en la categoría "nivel". Luego, las 52 codificaciones registradas para la etapa de bachillerato equivalen al 20,05% del total de la categoría.

Respecto al tiempo destinado a las prácticas de laboratorio se codificaron en dos subcategorías. Una primera que engloba las que tienen una duración inferior a una hora (sesiones cortas) y la segunda para aquellas de una hora o más (sesiones completas). Los docentes destinan de media, mayoritariamente, sesiones de una hora o más a las prácticas de laboratorio (28 codificaciones de 45). Por consiguiente, el número de respuestas para actividades con una duración media inferior a una hora fue de 17 codificaciones. Estos datos, en porcentajes, representan el 62,22% para sesiones completas de una hora o más, mientras que el 37,78% de prácticas de laboratorio son de sesiones de menos de una hora (figura 1).

Figura 1

Tiempo medio destinado a la sesión de la práctica de laboratorio



Notas. *Elaboración propia*

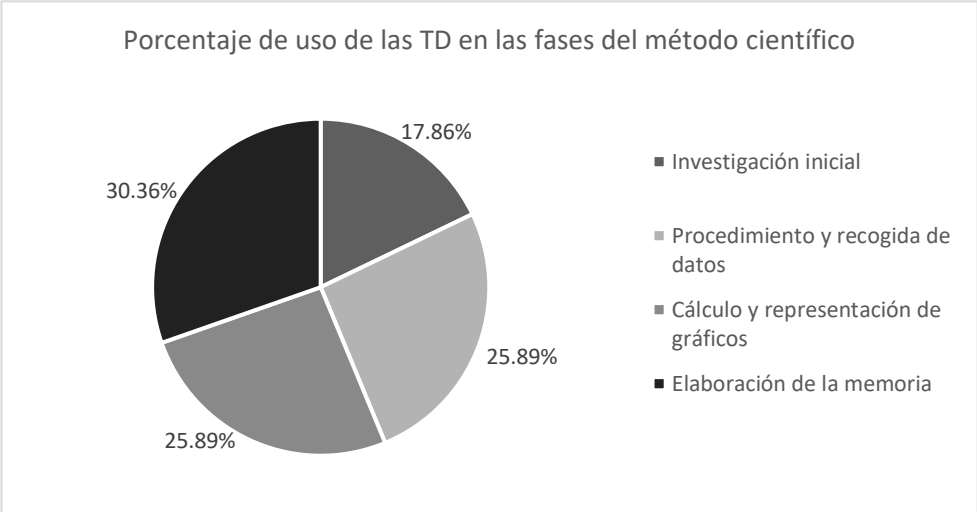
Uso de recursos y tecnologías digitales en el laboratorio

Para conocer cuáles son las herramientas y TD utilizadas en las prácticas de laboratorio, las respuestas de la categoría "tecnologías" se codificaron en dos subcategorías: "tradicionales" y "alternativas". La primera incluye ordenadores y aplicaciones de ofimática general. En la segunda subcategoría tienen cabida las TD más nuevas o que precisan de una destreza mayor en competencia digital como, por ejemplo, método científico. Si bien el uso de las herramientas y TD tradicionales como los ordenadores y ofimática general están muy extendidas (65 codificaciones de 125), también lo están aquellas TD más avanzadas y complejas (60 codificaciones de 125). En porcentajes, las codificaciones de la subcategoría "tradicional" representan el 52% y las tecnologías "alternativas" equivalen al 48%.

En relación al uso de las TD en las diferentes fases del método científico, se codificaron en cuatro subcategorías, en función de si se utilizaban en la investigación inicial, durante el procedimiento y recogida de datos, para el cálculo y representación de gráficos o bien, en la elaboración de la memoria. Los resultados muestran que en todas las fases del método científico se utilizan las TD, obteniéndose un total de 112 codificaciones. La figura 2 muestra distribución de estas 112 codificaciones por porcentajes: 20 en la fase de investigación inicial (17,86%); 29 codificaciones para la fase procedimental y de recogida de datos (25,89%); 29 codificaciones en la fase de cálculo y representación de gráficos (25,89%) y, finalmente, 34 codificaciones para la elaboración de la memoria (30,36%).

Figura 2

Porcentaje de uso de las tecnologías digitales en las diferentes fases del método científico



Notas. Elaboración propia

En cuanto al formato de entrega de las memorias de las prácticas de laboratorio, las respuestas se codificaron en tres subcategorías. La primera incluye el formato tradicional de informe escrito a mano o con un editor *de texto tradicional. La segunda categoría engloba formatos como vídeo y hojas de cálculo. Sin embargo, también fue necesaria una tercera categoría para incluir las respuestas en las que no se entrega ninguna memoria. En total, la categoría de "formato de memoria" obtuvo 81 codificaciones. De estas, 59 se corresponden al formato de informe escrito a mano o de documento de texto. Este dato representa el 72,84% de respuestas. En cambio, únicamente se codificaron 19 para los formatos de memorias con TD más actuales (vídeo o presentaciones). También destacan 3 codificaciones en las que se menciona que no se entrega ninguna memoria o informe final. Así pues, estas dos últimas subcategorías son el 23,46% y el 3,7% respectivamente.*

Innovación en las prácticas del laboratorio

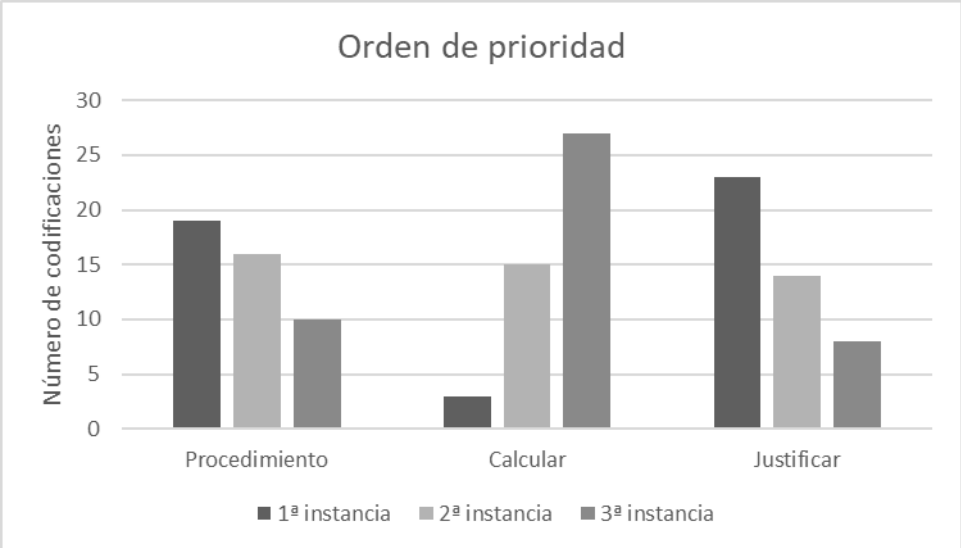
El orden de prioridad de las acciones relacionadas con el desarrollo de la práctica de laboratorio que debe ser capaz de realizar el alumnado en una actividad práctica se codificó en 3 categorías. Cada una de ellas representa una de las fases incluidas en la pregunta (procedimiento; cálculo de resultados; justificar resultados y conclusiones). A su vez, estas respuestas se codificaron en tres subcategorías en función de si la fase correspondiente había sido seleccionada en 1ª, 2ª o 3ª instancia.

Los resultados indican que la acción más importante que debe ser capaz de realizar el alumnado, según los docentes, es la de justificar los resultados y conclusiones. Esta acción aparece codificada, en primera instancia, 23 veces de 45. La opción de saber realizar correctamente el procedimiento de la práctica de laboratorio se ha codificado 19 veces en primera instancia. Sin embargo, la acción correspondiente a los cálculos de resultados solo se codifica 3 veces en primera instancia.

Ahora bien, resulta interesante analizar estas respuestas desde el punto de vista contrario. Es decir, cuáles fueron seleccionadas en tercera instancia y son, por ende, consideradas las menos prioritarias. En este sentido, los resultados de la codificación muestran que la fase de cálculo de resultados se ha ordenado en última posición (27 veces de 45). En segundo lugar, aparece 10 veces la fase procedimental como tercera opción y, por último, 8 veces la de justificar los resultados y redactar las conclusiones. Así pues, se reafirma que la fase más importante es la que corresponde a la justificación de resultados y escribir las conclusiones en la memoria de prácticas (figura 3).

Figura 3

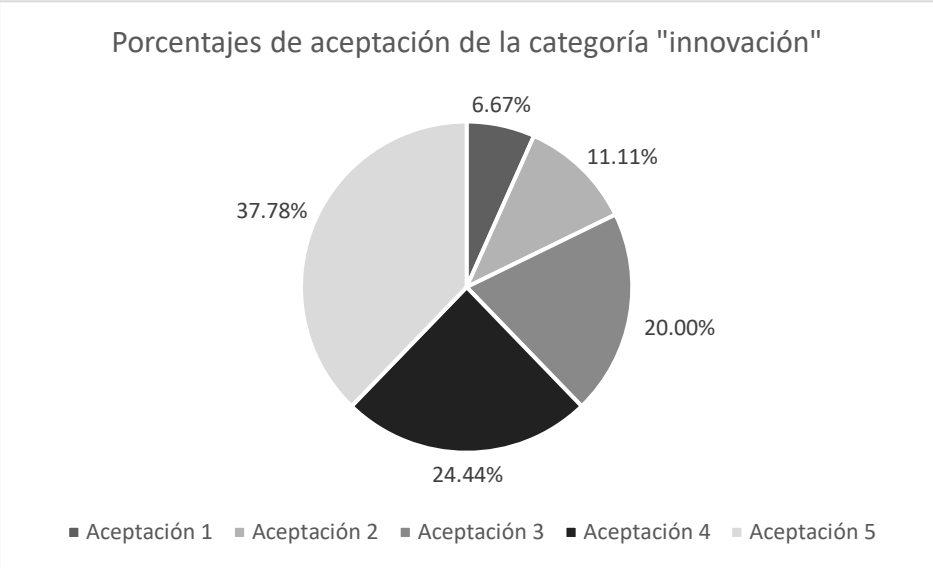
Orden de prioridad de las acciones que debe saber hacer el alumnado



Por último, en esta tercera sección de la encuesta se pretendía conocer la aceptación por parte de la comunidad educativa, de disponer de una TD que permita automatizar algunas de las acciones a correspondientes a la elaboración de la memoria (introducción de datos, cálculos de resultados, generación de gráficas, etc.). No hay que olvidar que estas acciones, a su vez forman parte del método científico. A esta categoría se la etiquetó como “innovación”. Las respuestas a esta pregunta se codificaron en 5 subcategorías en función de su aceptación, pues la pregunta se formuló como una escala de Likert de 5 puntos. La subcategoría correspondiente a las respuestas de mayor aceptación (nivel 5) es, la que recoge más codificaciones (17 de 45). Esto representa el 37,78% de las respuestas. Las dos categorías inmediatamente por debajo de la máxima aceptación tienen 11 y 9 codificaciones, respectivamente. Traducido a porcentajes, cada subcategoría recoge el 24,44% y el 20%. Finalmente, en los dos niveles de aceptación más bajos solo se han establecido 5 y 3 codificaciones. Así pues, tal como se puede observar en la figura 4, la suma de los porcentajes de las respuestas de nivel de aceptación 4 y 5 suman en total el 62,22% de las respuestas.

Figura 4

Porcentajes de aceptación de la propuesta de innovación para automatizar las memorias

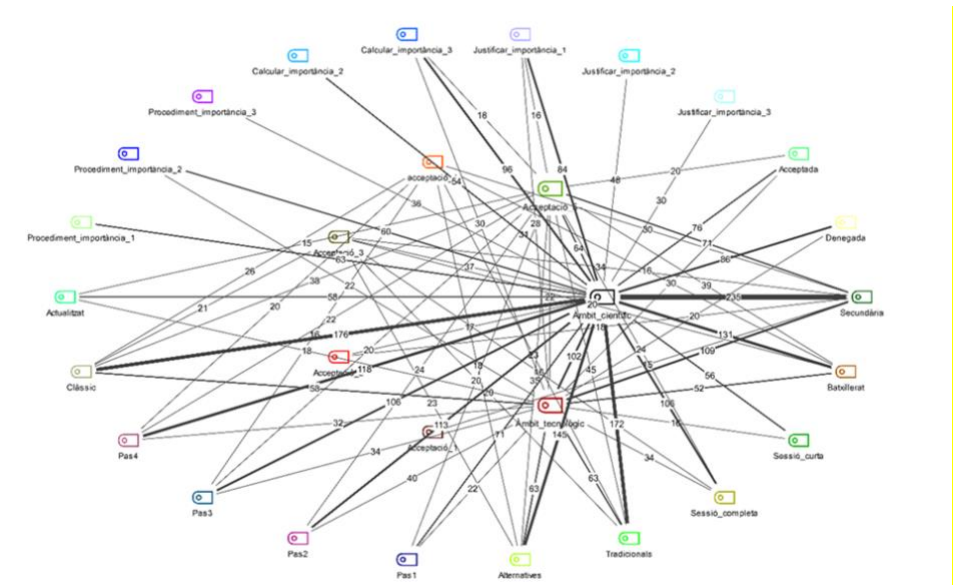


Co-ocurrencia por proximidad de subcategorías

El análisis de la co-ocurrencia por proximidad sirve para mostrar de manera gráfica cómo se distribuyeron las subcategorías dentro de la encuesta. Este tipo de análisis es una opción que ofrece el programa Maxqda. En el diagrama de la figura 5, cada subcategoría aparece como un nodo conectado a otras subcategorías con líneas de distinto grosor. Para interpretar las codificaciones utilizadas en las subcategorías mostradas en la figura 5, véase la tabla 1 del anexo 1.

Figura 5

Mapa de co-ocurrencia por proximidad



Cada línea que une dos nodos indica que esas dos subcategorías se aplicaron conjuntamente a una o varias respuestas de la misma encuesta. Por consiguiente, el grosor de la línea refleja la frecuencia con la que esas combinaciones ocurrieron en el análisis de cada una de las respuestas de los docentes. Luego, cuanto más gruesa es la línea, más veces se codificaron juntas esas dos subcategorías.

El diagrama generado por el programa Maxqda ofrece una visión general de las percepciones sobre el uso de la TD en las prácticas de laboratorio. Observando las relaciones de co-ocurrencia por proximidad, la principal relación que se estableció es que los docentes que impartían sesiones de laboratorio en alguna de las materias del ámbito científico, estaban a favor de utilizar una TD aplicada a las memorias de laboratorio capaces de automatizarlas.

En cuanto a la innovación en las prácticas de laboratorio, las subcategorías de esta parte de la encuesta se relacionaron con una fuerte co-ocurrencia con el ámbito tecnológico y muestran interés en un modelo de memoria basada en TD.

4. DISCUSIÓN

Las respuestas de los 45 docentes de centros educativos de Cataluña muestran una visión real del contexto de aplicación de herramientas y TD en las prácticas de laboratorio por parte del alumnado.

Estas prácticas se desarrollan tanto en la etapa de educación secundaria obligatoria como en la etapa postobligatoria de bachillerato. Por consiguiente, la propuesta de trabajar de las competencias del ámbito científico que propone la OECD (2017) y la inclusión de los jóvenes en programas tecnológicos y científicos de la ONU (2015) se ven favorecidas por estas prácticas. Los resultados concluyen que los docentes programan prácticas de laboratorio en todos los niveles educativos y están vinculadas a las materias del ámbito científico y tecnológico. Mayoritariamente, estas prácticas de laboratorio tienen una duración media de una hora o más. Pero no siempre es así, pues muchas veces es necesario un desplazamiento del grupo clase hasta el laboratorio y volver a tiempo para la siguiente materia. Precisamente, Chala (2019) incluye el factor tiempo como un elemento clave en las prácticas de laboratorio y la didáctica de las ciencias. En la misma línea, Wang et al. (2019) mencionan la complejidad de los horarios en los centros educativos como un factor más a tener en cuenta.

En referencia al uso de las TD, estas son muy variadas. Los docentes constatan que el alumnado emplea tanto las TD tradicionales, como pueden ser los editores de texto, o las que implican más destreza en competencia digital, como, por ejemplo, aplicaciones móviles, simuladores, laboratorios virtuales y elementos de robótica. Estas tecnologías coinciden, mayoritariamente, con las propuestas por López Simó et al. (2017). Así mismo, dichas TD se utilizan en las diferentes fases del método científico.

Basándose en lo documentado por Vázquez-Alonso y Manassero Mas (2018), el conocimiento epistémico se puede considerar muy ligado a la fase de comunicación de resultados. En esta fase, el alumnado recoger las evidencias de la práctica de laboratorio en una memoria o informe. Pero aquí, según los resultados de la encuesta, las TD que se aplican siguen siendo muy limitadas. De hecho, el formato de las memorias de prácticas de laboratorio más

extendidas, son la libreta o el documento editado con un procesador de texto. Así pues, aunque los resultados de la encuesta muestran un uso extendido del ordenador en las prácticas de laboratorio, según Evans-Pritchard (1973), la persistencia de la escritura manual de la memoria revela un patrón discursivo profundamente arraigado en la cultura escolar. En este contexto, el redactado manual es un símbolo reconocido del trabajo científico en el aula. Por otro lado, desde la perspectiva de Geertz (2005) y su concepto de "descripción densa", la incorporación de tecnologías digitales como los ordenadores no desplaza estos significados culturales, sino que se superpone a ellos, generando prácticas híbridas. Es decir, el ordenador se convierte en un complemento sin llegar a substituirla. Por consiguiente, la fase de comunicación de resultados no aprovecha la automatización de las tareas por medio de ninguna TD. Pero no tiene por qué ser siempre así. Mermoud et al. (2017), analizan una propuesta de un entorno virtual con una gran potencialidad para mejora la indagación y la argumentación del alumnado.

El análisis de resultados de la encuesta también determina que los docentes priorizan las fases procedimentales y de comunicación de las conclusiones, antes que la del cálculo de resultados. Por tanto, si se minimizan o automatizan los cálculos, el alumnado puede dedicar más tiempo al procedimiento, la adquisición de datos y la justificación de los resultados. Esto encaja con Osborne (2014), quien menciona que las prácticas de laboratorio en los centros educativos no deben distorsionar la ciencia. A todo ello, no se puede perder de vista que las TD solo son una herramienta complementaria para la alfabetización científica (Van De Heyde y Siebrits, 2020). Todo ello, siguiendo los pasos del método científico y sin perder de vista el objetivo de la práctica.

Finalmente, los docentes que dieron respuesta a la encuesta, valoran positivamente la posibilidad de automatizar ciertas tareas de la memoria. Así pues, la implementación de las TD en contextos educativos es motivo de estudio por muchos autores. Sobre todo, porque las TD aportan un componente extra a la educación relacionado con la competencia digital, la personalización del aprendizaje (Schmid et al, 2023) y ayudan al alumnado con necesidades educativas especiales (Watters et al., 2021).

5. CONCLUSIONES

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados. En primer lugar, la muestra obtenida fue reducida (45 respuestas docentes), debido principalmente a que algunos equipos directivos declinaron participar por políticas internas relacionadas con la respuesta a encuestas externas. No obstante, aunque limitada, la muestra recoge la realidad de los centros educativos participantes y permite identificar tendencias relevantes en relación con las prácticas de laboratorio.

En segundo lugar, la recogida de datos se realizó justo antes de la implantación de la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación [LOMLOE] (cuando aún era un borrador). Por tanto, en este artículo se contemplan los datos y competencias marcadas por el currículum antes de la llegada de esta nueva ley educativa.

Es importante mencionar que, las materias son comunes para todo el alumnado de 1º a 3º en la etapa de educación obligatoria. Es a partir del cuarto curso de esta etapa educativa que el alumnado empieza a escoger las materias optativas según las modalidades de bachillerato que

luego cursará. Así pues, en cuarto se contempla que solo una parte del alumnado que participa de las sesiones prácticas de laboratorio es porque ha escogido una modalidad del ámbito científico o tecnológico. Por otro lado, esta etapa educativa acoge a más alumnos que en la etapa postobligatoria de bachillerato, que solo tiene dos niveles. Además, el bachillerato se ofrece en diferentes modalidades (humanístico, social, artístico, científico y tecnológico). Por tanto, se puede determinar que las sesiones de laboratorio (52 codificaciones) son comparables a las de secundaria (127 codificaciones).

Cabe destacar también, que la incorporación de la robótica en las aulas y su enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) hace que, en muchas prácticas de laboratorio, ya se empiecen a utilizar como herramienta para la adquisición de datos. Luego el ámbito tecnológico también se ve favorecido en las prácticas de laboratorio, así como la competencia digital del alumnado en contextos científicos.

Otro hallazgo relevante del estudio se refiere a las fases del método científico que el profesorado considera más importantes en las prácticas de laboratorio. En este sentido, el proceso de cálculo es el menos valorado, posiblemente porque esta fase se trabaja de forma más sistemática en las aulas ordinarias, integrada con la enseñanza teórica de los contenidos.

Con los resultados de este estudio, se abrió una nueva línea de investigación centrada en el diseño de una memoria de laboratorio que aprovechara la TD para programar y automatizar determinadas tareas manuales, con el fin de optimizar el tiempo destinado a las prácticas de laboratorio (Gavaldà-Bernal et al, 2026). Este diseño se orientó a priorizar los procedimientos experimentales, la justificación de los resultados y la argumentación de las conclusiones, aspectos considerados clave por el profesorado.

En concreto se implementó un sistema de adquisición de datos mediante elementos de robótica que, automáticamente distribuía los datos obtenidos en las tablas correspondientes de la memoria. De este modo, se eliminó la necesidad de transcribir manualmente los datos desde una libreta al informe final, manteniendo la rigurosidad científica y reduciendo el tiempo dedicado a tareas mecánicas. Esta optimización temporal ofreció al alumnado la posibilidad de repetir determinadas fases del método científico cuando consideraba que no se habían desarrollado adecuadamente.

Finalmente, el diseño de la memoria de laboratorio contempló la posibilidad de que el profesorado ajustara el grado de apoyo ofrecido al alumnado, incorporando ejemplos de cálculo basados en los propios datos obtenidos durante la práctica. Esta flexibilidad permite adaptar la herramienta a distintos niveles educativos y atender a las necesidades del alumnado con necesidades educativas especiales.

En este sentido, el uso de esta tecnología digital contribuye, en primer lugar, a garantizar los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) en las actividades prácticas de laboratorio, favoreciendo entornos de aprendizaje inclusivos que beneficien a todo el alumnado. En segundo lugar, permite al alumnado el desarrollo de las competencias del ámbito científico, al tiempo que se fortalezcan sus competencias digitales.

6. AGRADECIMIENTOS

La autora C. Valls es profesora agregada en el programa Serra Hunter.

7. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, J.G.B., V.E.G. y C.V.B.; curación de datos, J.G.B.; análisis formal, J.G.B.; investigación, J.G.B., V.E.G. y C.V.B.; metodología, J.G.B., V.E.G.; software, J.G.B.; supervisión, V.E.G. y C.V.B.; visualización, J.G.B. y V.E.G.; redacción—preparación del borrador original, J.G.B.; redacción—revisión y edición, V.E.G. y C.V.B.

8. REFERENCIAS

Borrull, A. y Valls C. (2019). *Ciencia low cost: guía práctica de actividades indagatorias sobre ciencias de la vida para secundaria* (1ª ed.). Editorial Graó.

Carrera Farran, F., González Martínez, J. y Coiduras Rodríguez, J. L. (2016). Ética e investigación en Tecnología Educativa: necesidad, oportunidades y retos. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa, 0*, 34-43. https://doi.org/10.6018/riite2016/261081

CSASE, Consell Superior d'Avaluació del Sistema Educatiu (2022). *L'avaluació de 4t d'ESO 2022*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Educació. https://hdl.handle.net/20.500.12694/3330

Chala, A. A. (2019). Practice and challenges facing practical work implementation in natural science subjects at secondary schools. *Journal of Education and Practice, 10*(31). https://doi.org/10.7176/jep/10-31-01

DECRET 187/2015, del 25 de agosto, Ordenació dels ensenyaments de l'educació 15ecundaria obligatoria, Diari oficial de la Generalitat de Catalunya [DOGC], 6945, del 25 de agosto del 2022 (España). https://portaldogc.gencat.cat/utilsEADOP/PDF/6945/1441278.pdf

Evans-Pritchard, E. (1973). *Antropología Social*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Gavaldà-Bernal, J.; Esteve-González, V.; Valls, C. (2026). Gestión del tiempo en las prácticas de laboratorio: diseño de memoria automatizada. *Campus Virtuales*, 15(1), 147-160. https://doi.org/10.54988/cv.2026.1.1675

Geertz, C. (2005). *La interpretación de las culturas*. Barcelona: Gedisa.

González Aguado, M. E. (2003). ¿Existe un método científico? *Sigma: Revista de Matemáticas, 23*, 127–132. https://bit.ly/44rfKAm

Mermoud, S. R., Ordoñez, C., & Garcia-Romano, L. (2017). Potencialidades de un entorno virtual de aprendizaje para argumentar en clases de ciencias en la escuela secundaria. *Revista*

Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias, 14(3), pp. 587–600. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3586

Nurul, A. y Siew, W. (2018). The Development of an Innovative Resonance Experiment Using Smartphones with Free Mobile Software Applications for Tertiary Education. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology, 14*(1), 164–176. http://ijedict.dec.uwi.edu/viewarticle.php?id=2373

OECD. (Ed.). (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving.* https://doi.org/10.1787/9789264281820-en

ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Res/70/1). Asamblea General*. Available: https://bit.ly/47OHYrw

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education, 25*(2), 177–196. https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1

Science Buddies. (s.d.). *Scientific method: steps of the scientific method*. https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/science-fair/steps-of-the-scientific-method

Schmid, R., Pauli, C., i Petko, D. (2022). Examining the use of digital technology in schools with a school-wide approach to personalized learning. Educational Technology Research and Development, 71, 367-390. https://doi.org/10.1007/s11423-022-10167-z

UNESCO. (1999). *Science for the Twenty-first Century. A new commitment.* Available: https://bit.ly/3OWjC6u

Valverde-Crespo, D. y González-Sánchez, J. (2015). Búsqueda y selección de información en recursos digitales: Percepciones de alumnos de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato sobre Wikipedia. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias, 13*(1), pp. 67–83. https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2953

Van de Heyde, V. y Siebrits, A. (2020). Digital laboratory report writing, assessment and feedback in the 21st century for an extended curriculum programme for physics. *Research in Science & Technological Education, 40*(1), 21-52. https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1775571

Vázquez-Alonso, Á. y Manassero Mas, A. (2018). El conocimiento epistémico en la evaluación de la competencia científica en PISA 2015. *Revista de Educacion, 380*, 103–128. https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-380-374

Vick, B. M., Pollak, A., Welsh, C. y Liang, J. O. (2012). Learning the Scientific Method Using GloFish. Zebrafish, 9(4), 226–241. https://doi.org/10.1089/zeb.2012.0758

Vieyra, R., Vieyra, C., Jeanjacquot, P., Marti, A. y Monteiro, M. (n.d.). *Turn Your Smartphone Into a Science Laboratory: Five challenges that use mobile devices to collect and analyze data in physics*. https://doi.org/10.2505/4/tst15_082_09_32

Voit, E. O. (2019). Perspective: Dimensions of the scientific method. *PLOS Computational Biology, 15*(9), e1007279. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007279

Walan, S. (2020). Embracing Digital Technology in Science Classrooms—Secondary School Teachers' Enacted Teaching and Reflections on Practice. *Journal of Science Education and Technology, 29*, 431–441. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09828-6

Wang, T., Kao, C. y Dai, Y. (2019). Developing a web-based multimedia assessment system for facilitating science laboratory instruction. *Journal of Computer Assisted Learning, 35*, 529-539. https://doi.org/10.1111/jcal.12357

Watters, J. D., Hill, A., Weinrich, M., Supalo, C. y Jiang, F. (2021). An Artificial Intelligence Tool for Accessible Science Education. *Journal of Science Education for Students with Disabilities, 24*(1), 1–14. https://doi.org/10.14448/jsesd.13.0010

Xie, C., Li, C., Ding, X., Jiang, R. y Sung, S. (2021). Chemistry on the Cloud: From Wet Labs to Web Labs. *Journal of Chemical Education, 98*(9), 2840–2847. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00585

Para citar este artículo:

Gavaldà Bernal, J., Esteve-González, V., & Valls Bautista, C. (2026). Percepción docente sobre tecnologías digitales en laboratorios de ciencias en secundaria. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 3. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4475

ANEXO I

En este anexo se presenta la tabla de codificación de las categorías y subcategorías utilizadas en el análisis cualitativo de las respuestas del profesorado. Esta tabla facilita la comprensión de los resultados del análisis y del mapa de co-ocurrencia presentado en la Figura 5.

Tabla 1

Codificación por categorías y subcategorías de las respuestas de la encuesta

Código/Subcódigo	Definición (Memo)	910
1. **Materia**	Asignaturas con sesiones de laboratorio	
- *Ámbito_científico*	Asignaturas del ámbito de las ciencias experimentales	118
- *Ámbito_tecnológico*	Asignaturas del ámbito tecnológico	25
2. **Nivel**	Nivel educativo en qué se realizan las sesiones de laboratorio	
- *Secundaria*	Niveles de 1º a 4º de educación secundaria	127
- *Bachillerato*	Niveles de 1º y 2º de bachillerato	52
3. **Temporización**	Tiempo destinado a las sesiones de laboratorio	
- *Sesión_corta*	Sesiones cortas de menos de una hora	17
- *Sesión_completa*	Sesiones completas de una hora o más	28
4. **Tecnologías**	Herramientas y TD utilizadas en las prácticas de laboratorio	
- *Tradicionales*	Ordenadores y aplicaciones de ofimática general	65
- *Alternativas*	Simuladores, laboratorios virtuales o remotos, dispositivos móviles y robótica educativa	60
5. **Fases**	Fases del método científico	
- *Paso1*	Investigación inicial	20
- *Paso2*	Procedimiento y recogida de datos	29
- *Paso3*	Cálculo y representación de gráficos	29
- *Paso4*	Elaboración de la memoria	34
6. **Formato de memoria**	Formato en qué se entrega la memoria de la práctica	
- *Clásico*	Escrita a mano o con un editor de texto	59
- *Actualizado*	Vídeo o hojas de cálculo	19
- *Ninguno*	No se entrega ninguna memoria	3
7. **Procedimiento**	Saber realizar correctamente el procedimiento	
- *Procedimiento_importancia_1*	Seleccionado en primera instancia	19
- *Procedimiento_importancia_2*	Seleccionado en segunda instancia	16
- *Procedimiento_importancia_3*	Seleccionado en tercera instancia	10
8. **Calcular**	Saber realizar correctamente los cálculos de la práctica	
- *Calcular_importancia_1*	Seleccionado en primera instancia	3
- *Calcular_importancia_2*	Seleccionado en segunda instancia	15
- *Calcular_importancia_3*	Seleccionado en tercera instancia	27
9. **Justificación**	Saber realizar correctamente la justificación de resultados	
- *Justificar_importancia_1*	Seleccionado en primera instancia	23
- *Justificar_importancia_2*	Seleccionado en segunda instancia	14
- *Justificar_importancia_3*	Seleccionado en tercera instancia	8
10. **Innovación**	Consideración de introducir una memoria automatizada	
- *Aceptación1*	Nivel de aceptación muy bajo	3
- *Aceptación2*	Nivel de aceptación bajo	5
- *Aceptación3*	Nivel de aceptación moderado	9
- *Aceptación4*	Nivel de aceptación alto	11
- *Aceptación5*	Nivel de aceptación muy alto	17
11. **Recibir información**	Deseo de recibir los resultados de la encuesta	
- *Aceptar*	Solicita recibir los resultados	20
- *Denegar*	No solicita recibir los resultados	25

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

Impacto de la capacitación en moodle en las competencias digitales docentes de educación técnico-productiva

Impact of Moodle Training on Teachers' Digital Competences in Technical-Productive Education

Edith María Llerena-Espinoza (E.M.L. E.). Universidad Nacional Enrique Guzmán y Valle (Perú)

Luzmila Garro-Aburto (L.G.A.). Universidad César Vallejo (Perú)

Hugo Luis Huanachin-Ttito (H.L.H.T.). Unidad de Gestión Educativa Local 06 (Perú)

RESUMEN

La transformación digital ha redefinido las prácticas docentes, evidenciando la necesidad de fortalecer las competencias digitales en todos los niveles educativos. En la educación técnico-productiva, este desafío es mayor debido al componente práctico de los programas formativos, donde la integración pedagógica de la tecnología aún presenta limitaciones. El estudio tuvo como objetivo determinar el impacto de una capacitación en Moodle sobre el desarrollo de las competencias digitales docentes en este contexto. Se aplicó un diseño cuasiexperimental con grupo control y experimental, utilizando un cuestionario validado (V de Aiken = .86; α = .85) en una muestra de 50 docentes de un CETPRO de Lima. La intervención, de 16 semanas, combinó actividades síncronas y asincrónicas orientadas al uso pedagógico de Moodle. Los resultados mostraron un incremento significativo en la competencia digital total del grupo experimental (ΔM = +1.42; Z = −4.35, p < .001) y mejoras en todas las dimensiones evaluadas. Los hallazgos confirman que la formación basada en Moodle favorece tanto la apropiación tecnológica como la innovación didáctica, contribuyendo al fortalecimiento de la docencia técnica desde un enfoque socioformativo y ofreciendo evidencia empírica aplicable a políticas de desarrollo profesional docente en la educación técnico-productiva.

ABSTRACT

Digital transformation has redefined teaching practices, highlighting the urgent need to strengthen teachers' digital competence at all educational levels. In technical-productive education, this challenge is even greater due to the strong practical component of training programs, where the pedagogical integration of technology remains limited. This study aimed to determine the impact of a Moodle-based training program on the development of teachers' digital competence in this context. A quasi-experimental design with control and experimental groups was applied, using a validated questionnaire (Aiken's V = .86; α = .85) in a sample of 50 teachers from a Technical-Productive Education Center (CETPRO) in Lima. The 16-week intervention combined synchronous and asynchronous activities focused on Moodle's pedagogical use. Results showed a significant increase in the overall digital competence of the experimental group (ΔM = +1.42; Z = −4.35, p < .001), as well as improvements across all evaluated dimensions. These findings confirm that Moodle-based training enhances both technological proficiency and pedagogical innovation, promoting the transformation of teaching practices within a socioformative framework. The study provides empirical evidence applicable to policy design and continuous professional development in technical-productive education.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

Competencia digital, Moodle, educación técnica y vocacional, formación docente en TIC, innovación pedagógica.

Digital competence, Moodle platform, technical and vocational education, ICT teacher training, pedagogical innovation.

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 00-00-2020
Aceptado: 00-00-2020

1. INTRODUCCIÓN

La digitalización educativa ha modificado los modelos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles formativos y se ha consolidado como un eje estratégico para garantizar la calidad educativa en la sociedad del conocimiento, impactando de forma transversal (UNESCO, 2020; Joia et al., 2024; Marín et al., 2025). Este proceso, acelerado por la COVID-19, evidenció la necesidad de fortalecer las competencias digitales docentes como condición prioritaria para mantener modalidades híbridas y a distancia, combinando actividades tecnológicas con actividades presenciales (García-Peñalvo & Corell, 2020; Peters et al., 2022). En caso de la educación técnico productivo (ETP), la integración de la tecnología plantea desafíos particulares, ya que programas formativos poseen un fuerte componente práctico que exige combinara el uso de herramientas digitales con el desarrollo de destrezas operativas (Liu et al., 2017; Rivero Padrón et al., 2020)

En América Latina, el avance hacia la digitalización ha sido desigual. Aunque varios países impulsaron políticas para la integración tecnológica (Joia et al., 2024), el uso pedagógico sigue siendo limitado y muchas veces instrumental, restringiendo el verdadero potencial transformador de la educación digital (Del-Valle-Rojas et al., 2023; UNESCO, 2023). La pandemia visibilizó la brecha entre acceso y uso pedagógico de las tecnologías, afectando la continuidad y calidad de aprendizaje, especialmente por la falta de formación docente en el manejo de entornos virtuales (Joia et al., 2024; Perlman, 2020; Quintero Rivera, 2020).

En esta línea, diversos estudios señalan que las plataformas virtuales pueden ser estrategias eficaces para fortalecer competencias digitales cuando se integran con criterios pedagógicos adecuados (Rios et al., 2025), además de proporcionar nuevas formas de comunicación entre docentes y estudiantes, que exige desarrollar habilidades específicas de interacción digital (Ibarra et al., 2022). Incluso en contextos europeos desarrollados como España, la mayoría del profesorado universitario se ubica en niveles B1 y B2 de competencia digital, lo que evidencia la necesidad de formación diferenciada (Mora-Cantallops et al., 2022; Peters et al., 2022).

En el contexto peruano la tendencia es la misma. El 18,5 % de los docentes alcanzó el nivel A2 y el 42,7 % el nivel B1, que mayoritariamente se sitúa en niveles intermedios, lo que indica la necesidad de programas de formación estructurados (Hurtado-Mazeyra et al., 2022). En la ETP, esta falta de formación tiene consecuencias directas en la calidad de los aprendizajes, ya que se han encontrado carencias en la formación en alfabetización digital, la integración pedagógica y la inexistencia de políticas específicas (Mallqui, 2024; Márquez et al., 2018).

En este marco de referencia, Moodle se ha consolidado como una de las plataformas más utilizadas en el mundo por su flexibilidad y adecuación a cada sistema (Basantes-Andrade et al., 2020; Bonilla-Guachamín, 2020). Se ha corroborado que contribuye a la planificación docente, elaboración de recursos interactivos, autonomía estudiantil (Martínez-Garcés & Garcés-Fuenmayor, 2020; Pineda & Botero, 2018).

No obstante, la competencia digital docente no puede reducirse a la utilización técnica de las herramientas, sino que debe orientarse hacia la innovación didáctica y la transformación de la práctica docente (Guevara Fernández, 2024; Velandia Rodriguez et al., 2022). Sin embargo, persisten vacíos empíricos que sistemáticamente analicen el impacto de la competencia digital en la ETP(MINEDU, 2021). Esta brecha ha sido También advertida por Saltos-Rivas et al. (2021),

quienes identificaron que una proporción significativa de estudios sobre competencia digital en la educación superior no reporta evaluaciones de validez o confiabilidad de sus instrumentos, lo que limita la utilidad compartida y la replicabilidad.

En la actualidad, la competencia digital docente se concibe como una capacidad profesional compleja, orientada a la transformación pedagógica, más allá del dominio instrumental de la tecnología. En este marco DigCompEdu enfatiza un uso crítico, reflexivo y ético de las tecnologías para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que exige una formación docente situada y contextualizada. En la educación técnico-productiva, esta necesidad es aún mayor, debido a la integración de saberes técnicos, prácticos y pedagógicos, lo que demanda que la tecnología actúe como un mediador didáctico para la innovación, la colaboración y el aprendizaje autónomo. En coherencia con este enfoque, el estudio articula el marco DigCompEdu con el modelo TPACK y el enfoque socioformativo, superando una visión reduccionista de la competencia digital y posicionándola como un eje clave en la transformación de las prácticas docentes en este contexto educativo

El DigCompEdu, referente europeo para la competencia digital docente, define este constructo como un enfoque integral orientado a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje mediante el uso crítico y reflexivo de la tecnología. En esta línea, Fernández-Cruz et al. (2025) validaron el instrumento DigCompEdu Check-In - con óptimos valores de fiabilidad y validez para medir la competencia digital en docentes no universitarios, lo que respalda metodológicamente el enfoque adoptado en esta investigación.

El marco teórico de esta investigación se apoya en tres enfoques: el modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), que plantea la integración equilibrada de conocimientos tecnológicos, pedagógicos y disciplinares (Mishra & Koehler, 2006); la teoría del conectivismo, que concibe el aprendizaje como fenómeno distribuido en redes donde la tecnología es un nodo central (Mena Hernández et al., 2024; Siemens, 2025) y el marco europeo DigCompEdu, que define la competencia digital docente como la capacidad de usar la tecnología de forma crítica y ética en seis dimensiones (Redecker, 2017). Estos marcos han sido validados en América Latina y Europa en investigaciones recientes (Aydin et al., 2024; Cabero Almenara & Valencia, 2020).

Asimismo, los niveles de logro medidos en la competencia digital docente asumidos se articulan con el enfoque socioformativo, el cual establece desempeños progresivos receptivo, resolutivo, autónomo y estratégico que permiten valorar no solo el dominio técnico, sino también la capacidad de innovación pedagógica y emprendimiento en contextos reales (Córdova Esparza et al., 2024; Crespo-Cabuto et al., 2021). Esta perspectiva garantiza la coherencia entre el instrumento aplicado y la fundamentación teórica, posicionando al estudio dentro de los debates actuales sobre formación docente y digitalización educativa en la ETP (Colina-Ysea et al., 2024).

Considerando los vacíos identificados en la literatura y la necesidad de evidencias empíricas en la ETP peruana, este estudio plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de un programa de capacitación en Moodle en el desarrollo de las competencias digitales de los docentes de la educación técnico-productiva en Lima, Perú?
A partir de esta interrogante, el objetivo general del estudio fue determinar el efecto de un programa de capacitación en Moodle sobre el fortalecimiento de la competencia digital

docente en un CETPRO de Lima, considerando las dimensiones de conocimientos y habilidades digitales, aplicación didáctica de la tecnología, confianza y actitud frente a la tecnología, y comunicación y colaboración digital.

Si bien Moodle ha sido ampliamente estudiado en educación superior, existen vacíos empíricos en la educación técnico-productiva latinoamericana, de forma particular en CETPRO peruanos, donde la formación docente digital enfrenta desafíos específicos derivados del componente práctico de la enseñanza.

2. MÉTODO

Diseño de investigación

Se adoptó un diseño cuasiexperimental con grupo control y experimental, aplicando pretest y postest, de acuerdo con la tipología planteada por Hernández-Sampieri y Mendoza (2023). Este diseño resulta eficaz para determinar el desarrollo de habilidades, de actitudes y el uso didáctico de las TIC tras procesos formativos mediados por Moodle, permitiendo comparar los efectos de la intervención en distintos momentos y entre grupos.

Población y muestra.

La población estuvo formada por docentes de Centros de Educación Técnico-Productiva (CETPRO) de Lima. La muestra, compuesta por 50 docentes, se seleccionó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad e interés voluntario de participar (Villanueva, 2022). El grupo experimental incluyó a 25 docentes que participaron en el programa de capacitación en Moodle, mientras que el grupo control estuvo conformado por 25 docentes sin intervención.

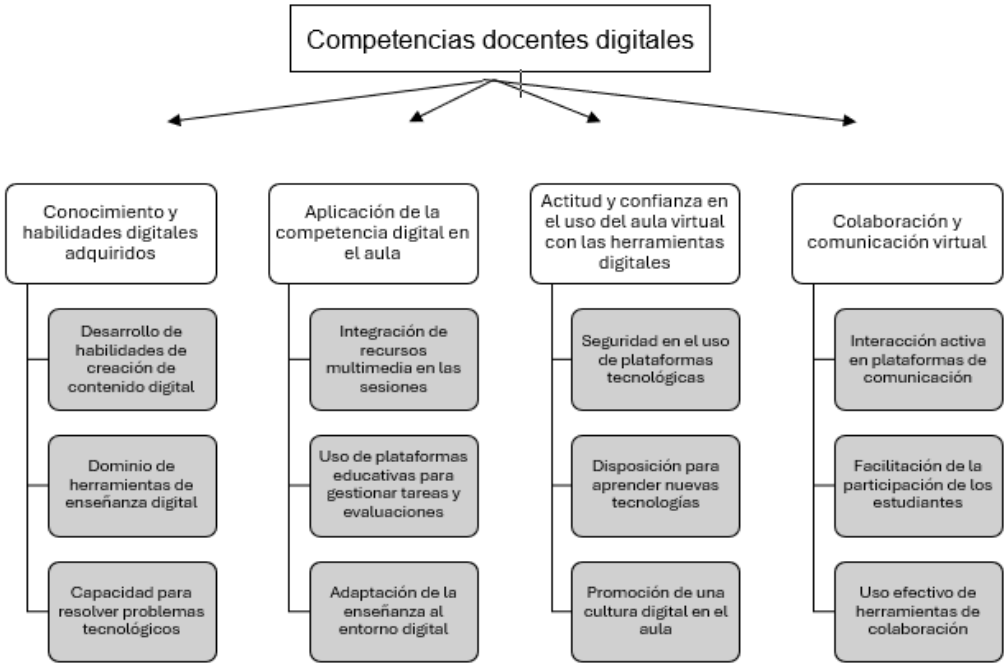
Los criterios de inclusión fueron: (a) al menos cinco años de experiencia en docencia técnica, (b) conocimientos básicos en herramientas digitales y (c) no haber recibido capacitación formal previa en Moodle.

Instrumento

Se empleó un cuestionario de evaluación de competencias digitales adaptado del Marco Común de Competencia Digital Docente (MCCDD) de España y del marco europeo DigCompEdu, validado como un instrumento fiable para medir la competencia digital en docentes no universitarios. La adaptación considera la contextualización de indicadores a entornos latinoamericanos, en coherencia con las dimensiones propuestas. El instrumento contaba con 27 ítems, donde integra los niveles de desempeño del enfoque socioformativo para valorar la progresión de los docentes: Receptivo (1 punto): No posee conocimientos ni habilidades en el área evaluada, Resolutivo (2 puntos): Aplica estrategias digitales de forma limitada, Autónomo (3 puntos): Usa herramientas digitales con autonomía y Estratégico (4 puntos): Integra eficazmente tecnologías en la enseñanza (Córdova Esparza et al., 2024; Crespo-Cabuto et al., 2021). En la Figura 1, se muestra como el cuestionario estuvo organizado en cuatro dimensiones:

Figura 1

Competencias y dimensiones de estudio



La validez de contenido se estableció mediante juicio de cinco expertos en educación digital y evaluación por competencias en ETP, alcanzando un coeficiente V de Aiken de .86 (Márquez et al., 2018). La confiabilidad interna se verificó mediante una prueba piloto obteniendo un coeficiente alfa de Cronbach de 0,85, lo que evidencia una consistencia interna satisfactoria, dichos resultados se observa en la Tabla 1. Estos indicadores psicométricos robustos son esenciales en estudios cuasiexperimentales sobre competencia digital docente (Saltos-Rivas et al., 2021).

Tabla 1

Validez de contenido (V de Aiken) y confiabilidad (α de Cronbach) del instrumento

Dimensión	V de Aiken	α de Cronbach
Conocimiento y habilidades digitales	0.82	0.78
Aplicación didáctica de la tecnología	0.83	0.74
Confianza y actitud frente a la tecnología	0.81	0.79
Comunicación y colaboración digital	0.84	0.75
Competencias digitales docente	**> 0.80**	**0.85**

Nota. V de Aiken y α de Cronbach evidencian adecuada validez y confiabilidad del instrumento.

Procedimiento

El programa de capacitación en Moodle se desarrolló durante de 16 semanas, mediante actividades síncronas y asincrónicas, bajo un enfoque activo y colaborativo. Los contenidos abordaron la creación de recursos digitales, el diseño de actividades interactivas, la integración de metodologías activas y el uso de herramientas de evaluación en línea con el propósito de fortalecer el uso didáctico de Moodle como un entorno de aprendizaje flexible y personalizado.

El procedimiento del estudio se desarrolló en tres fases:
(1) **Pretest:** Aplicación del cuestionario de competencias digitales a ambos grupos
(2) **Intervención:** El grupo experimental cursó tres módulos secuenciales sobre uso pedagógico de Moodle, la creación de recursos digitales y la integración de herramientas colaborativas, mediante actividades síncronas y asincrónicas bajo un enfoque activo y colaborativo.
(3) **Postest:** Aplicación del instrumento con el fin de comparar los avances determinar el efecto del programa formativo en la competencia digital docente.

Análisis de datos

El procesamiento de los datos se efectuó con el software Jamovi 2.3 (The Jamovi Project, 2022). Se efectuaron análisis descriptivos (medias, desviaciones estándar, intervalos de confianza) y pruebas inferenciales, acorde con la naturaleza cuasiexperimental del estudio. Se aplicó la prueba U de Mann–Whitney para comparar el grupo experimental y el grupo control y la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para contraste intergrupales.

El nivel de significancia se fijó en .05 y se calcularon los tamaños del efecto (r), siguiendo la recomendación de Fernández-Cruz et al. (2025) sobre la importancia de reporte magnitudes prácticas en investigaciones sobre competencia digital docente.

2.1. Declaración ética

Este estudio se desarrolló conforme a los principios éticos internacionales para la investigación educativa. Los docentes participantes fueron informados previamente sobre los objetivos del estudio y otorgaron su consentimiento informado de manera voluntaria. El protocolo fue revisado y aprobado por el comité de ética institucional, lo que garantiza la pertinencia y validez de las acciones emprendidas (World Medical Association, 2013).

En relación con los datos personales, se cumplieron las normativas internacionales de protección (por ejemplo, RGPD), asegurando que toda la información se recopile y almacene de forma segura, anónima y sin elementos que permitan la identificación de los participantes.

Respecto al uso de tecnologías, la investigación se apoyó en la plataforma Moodle como recurso de capacitación docente. Se tomaron medidas para prevenir riesgos éticos vinculados con accesibilidad, privacidad y posibles sesgos tecnológicos, de modo que el uso de la plataforma no comprometiera la seguridad ni los derechos de los participantes.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis descriptivo

Los hallazgos se presentan considerando el desempeño de los grupos experimental y control en los momentos de pretest y postest, tanto en la competencia digital docente como en cada una de sus dimensiones.

3.1.1 Competencias Digitales

En la tabla 2, el grupo experimental alcanzó en el postest una media de **57.3** (IC95% [55.1–59.5]), frente a **45.5** (IC95% [44.2–46.8]) del grupo control. Esta diferencia refleja un avance sustancial en las competencias digitales del grupo que recibió la capacitación en Moodle

Tabla 2

Competencias Digitales (pretest y postest por grupo)

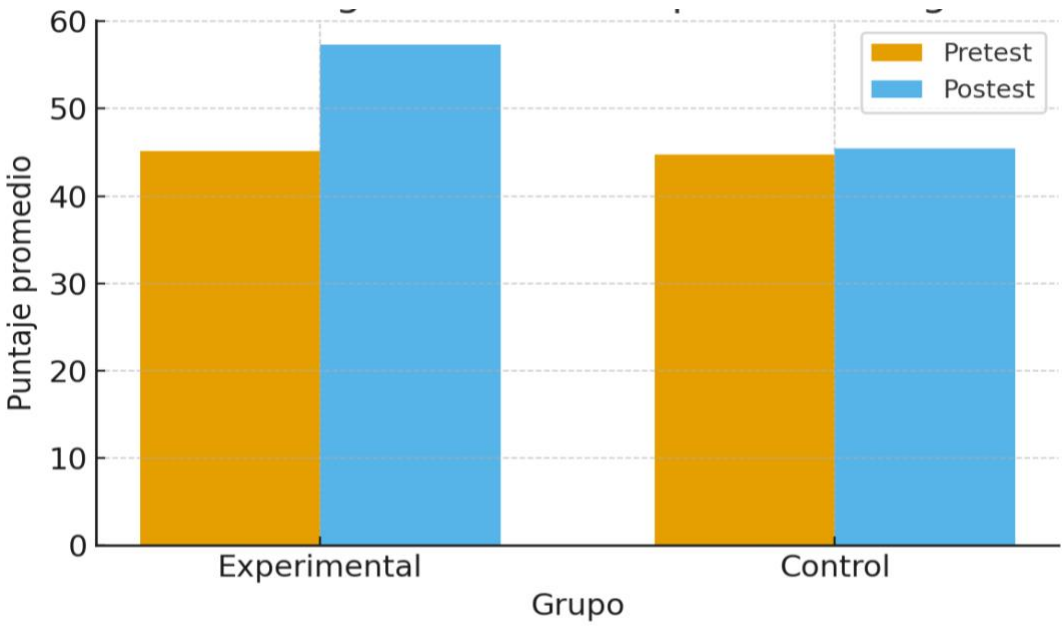
Grupo	Pretest M (IC95%)	Postest M (IC95%)
Experimental	45.2 [44.1–46.3]	57.3 [55.1–59.5]
Control	44.8 [43.5–46.1]	45.5 [44.2–46.8]

Nota. Medias y porcentajes del pretest y postest en competencias digitales por grupo.

Mientras que la Figura 2, se evidencia que las mejoras en la competencia digital docente se concentraron en el grupo experimental, confirmando la efectividad del programa de capacitación y respaldando la hipótesis de investigación.

Figura 2

Resultados de la Variable Competencias Digitales (pretest y postest por grupo)



3.1.1 Dimensiones

Conocimientos y habilidades digitales

Los resultados en la Tabla 3 muestran que, en el pretest, tanto el grupo experimental como el control presentaban niveles homogéneos, predominando los niveles receptivo y resolutivo. Tras la intervención, el grupo experimental alcanzó un 50% en nivel estratégico y 34% en nivel autónomo, mientras que el grupo control se mantuvo sin cambios relevantes.

Tabla 3

Conocimiento y habilidades digitales (pretest y postest por grupo)

Nivel socioformativo	Pretest Experimental (%)	Pretest Control (%)	Postest Experimental (%)	Postest Control (%)
Receptivo (1)	48	46	8	42
Resolutivo (2)	44	42	8	42
Autónomo (3)	8	12	34	12
Estratégico (4)	0	0	50	4

Nota. Distribución de niveles en conocimientos y habilidades digitales.

Aplicación didáctica de la tecnología

En la línea base, la información se resume en la Tabla 4, donde ambos grupos tenían perfiles similares, sin presencia de niveles avanzados. Luego de la capacitación, el grupo experimental evidenció un 46% en nivel estratégico y 34% en nivel autónomo, frente al grupo control que permaneció en niveles bajos

Tabla 4

Aplicación didáctica de la tecnología (pretest y postest por grupo)

Nivel socioformativo	Pretest Experimental (%)	Pretest Control (%)	Postest Experimental (%)	Postest Control (%)
Receptivo (1)	50	48	12	46
Resolutivo (2)	42	40	8	42
Autónomo (3)	8	12	34	10
Estratégico (4)	0	0	46	2

Nota. Resultados de la aplicación didáctica de la tecnología antes y después de la intervención.

Confianza y actitud frente a la tecnología

Frente a los resultados de la Tabla 5 muestra que el grupo experimental pasó de un desempeño resolutivo a un 44% en nivel estratégico y un 34% en nivel autónomo, mientras que el grupo control no mostró avances sustanciales.

Tabla 5

Confianza y actitud frente a la tecnología (pretest y postest por grupo)

Nivel socioformativo	Pretest Experimental (%)	Pretest Control (%)	Postest Experimental (%)	Postest Control (%)
Receptivo (1)	52	50	10	48
Resolutivo (2)	40	42	12	42
Autónomo (3)	8	8	34	8
Estratégico (4)	0	0	44	2
Total	100	100	100	100

Nota. Cambios en la confianza y actitud de los docentes frente a la tecnología en ambos grupos.

Comunicación y colaboración digital

Los resultados en la Tabla 6, muestra que previo a la intervención, ambos grupos mostraban limitaciones en la interacción digital. Al finalizar, el grupo experimental alcanzó un 42% en nivel autónomo y un 46% en nivel estratégico, frente al control que permaneció en niveles básicos.

Tabla 6

Comunicación y colaboración digital (pretest y postest por grupo)

Nivel socioformativo	Pretest Experimental (%)	Pretest Control (%)	Postest Experimental (%)	Postest Control (%)
Receptivo (1)	48	50	12	46
Resolutivo (2)	44	40	0	40
Autónomo (3)	8	10	42	12
Estratégico (4)	0	0	46	2

Nota. Evolución en comunicación y colaboración digital pre y postest.

3.2. Análisis inferencial

3.2.1. *Prueba U de Mann-Whitney*

Para evaluar la significancia de las diferencias entre el grupo experimental y el grupo control, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney, considerando la naturaleza no paramétrica de los datos. La table 7 presenta los resultados de la prueba U de Mann–Whitney para comparar los desempeños de los grupos experimental (E) y control (C) en pretest y postest en cada dimensión de la competencia digital docente, junto con el valor *p* y el tamaño del efecto.

Tabla 7

Análisis comparativo de las competencias digitales docente

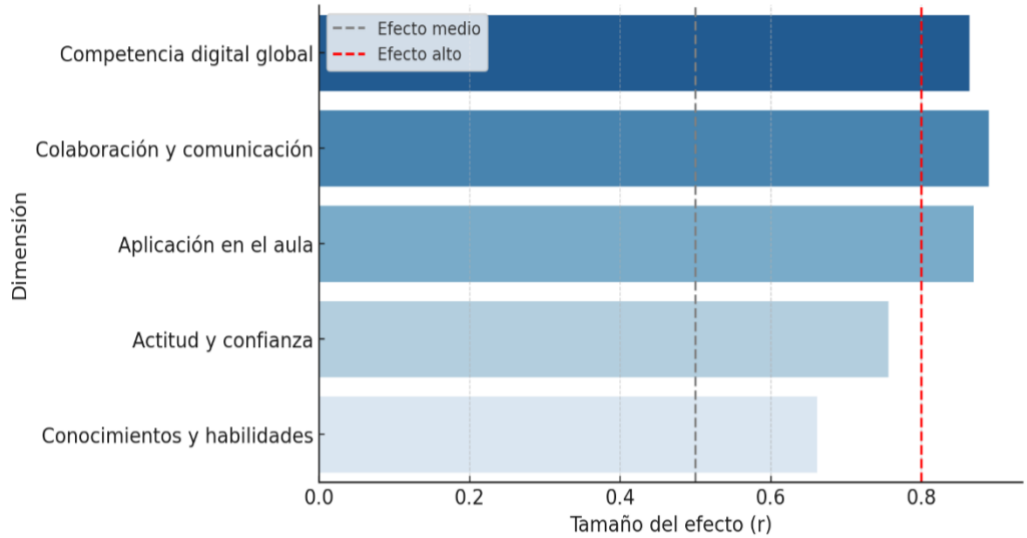
Competencia digital docente y Dimensiones	G/P	Estadístico U de Mann-Whitney	p	Tamaño del Efecto
Competencia Digital docente	C Pre C Post	308.5	0.945	0.0128
	E Pre E Post	42.5	<.001	0.864
Colaboración y comunicación virtual	C Pre C Post	302	0.842	0.0336
	E Pre E Post	34.5	<.001	0.8896
Aplicación de la competencia digital en el aula	C Pre C Post	303.5	0.864	0.0288
	E Pre E Post	41	<.001	0.8688
Actitud y confianza en el uso del aula virtual con las herramientas digitales	C Pre C Post	292.5	0.685	0.064
	E Pre E Post	73	<.001	0.7664
Conocimiento y habilidades digitales adquiridos	C Pre C Post	300	0.803	0.0416
	E Pre E Post	106	<.001	0.6608

Nota: Datos obtenidos de la ficha de observación pre y post (GC/GE)

Asimismo, en la Tabla 8 se observa que en el pretest no existieron diferencias significativas entre los grupos control y experimental en ninguna de las dimensiones evaluadas ($p > .05$). Sin embargo, en el postest se encontraron diferencias altamente significativas ($p < .001$) a favor del grupo experimental en todas las dimensiones de la competencia digital docente: competencia digital global ($U = 42.5$, $p < .001$), colaboración y comunicación virtual ($U = 34.5$, $p < .001$), aplicación de la competencia digital en el aula ($U = 41$, $p < .001$,), actitud y confianza en el uso del aula virtual ($U = 73$, $p < .001$) y conocimientos y habilidades digitales adquiridos ($U = 106$, $p < .001$).

Figura 3

Tamaños del efecto en las dimensiones de competencia digital docente



En cuanto al tamaño de efecto, la figura 3, muestra se observa los resultados de la tabla 8que el programa de capacitación en Moodle generó **impactos de magnitud alta** en casi todas las dimensiones de la competencia digital docente. En particular, la **colaboración y comunicación virtual (r = 0.8896)** y la **aplicación de la competencia digital en el aula (r = 0.8688)** alcanzaron los valores más altos, lo que confirma que la plataforma favoreció la interacción y la integración didáctica de la tecnología. La **competencia digital global (r = 0.864)** también evidenció un efecto robusto, consolidando el impacto general del programa.

En relación a los conocimientos y técnicas adquiridos (r = 0.6608) y a la actitud muestreada respecto a la confianza en el uso de herramientas digitales (r = 0.7564) mostraron, también, tamaños de efecto altos, aunque un poco menores a los de las dimensiones anteriores. Ello sugiere que, en el aprendizaje analizado, además de crear habilidades de tipo técnico, la capacitación ayudó a generar una actitud de la docente hacia la innovación y el uso autónomo de los entornos virtuales.

En este contexto, podemos decir que el impacto del programa fue sistemático y consolidado ateniendo todas las dimensiones analizadas y rebasando en gran medida el umbral de tamaño de efecto medio (r = 0.50).

Comparación entre pretest-postest en el Grupo Experimental: Prueba de Wilcoxon

La prueba de Wilcoxon fue utilizada para comparar las puntuaciones pretest y postest dentro del grupo experimental, cuyo resultado demostró que la capacitación en Moodle generó mejoras significativas en las competencias digitales docentes.

Tabla 8

Prueba de Wilcoxon para la comparación pretest-postest en el grupo experimental

Comparación	Estadístico de Wilcoxon (W)	p-valor	Tamaño del Efecto
Pretest - Postest (Grupo Experimental)	0.0	< .001	0.956

Nota: $p < 0.05$ indica diferencias significativas entre pretest y postest.

En la tabla 8, se demuestra que el valor del estadístico de Wilcoxon (W) fue 0.0, indicando que todas las puntuaciones postest fueron superiores al pretest. El p-valor obtenido es menor a 0.001, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa en el desempeño del grupo experimental antes y después de la capacitación. El tamaño del efecto (r = 0.956) confirma que el impacto de la capacitación en Moodle fue muy alto.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los resultados de esta investigación muestran que el curso de capacitación con Moodle tuvo un efecto relevante sobre la mejora de la competencia digital docente de los profesores de los CETPRO de Lima. Este hallazgo coincide con la evidencia internacional que subraya que la formación de docentes mediada por entornos virtuales impacta positivamente en el desarrollo de habilidades y actitudes tecnológicas (Marín et al., 2025; Peters et al., 2022). En este sentido, se confirma la hipótesis formulada, al encontrarse diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control en todas las dimensiones evaluadas: habilidades y conocimientos digitales, confianza y actitud ante la tecnología, aplicación didáctica de la tecnología, así como la colaboración y la comunicación de la tecnología.

Los resultados sugieren que el desarrollo de la competencia digital docente trasciende la adquisición de habilidades técnicas asociadas al uso de plataformas virtuales, al implicar un proceso de reconfiguración de la práctica pedagógica, coherente con los enfoques contemporáneos de formación docente. Desde el marco DigCompEdu, el incremento observado en las dimensiones estratégicas puede interpretarse como el efecto de un diseño formativo pertinente y contextualizado, que favoreció la integración reflexiva, innovadora y pedagógica notable de la tecnología. En el contexto de la educación técnico-productiva, esta articulación con el modelo TPACK y el enfoque socioformativo permite interpretar los resultados más allá de una mejora cuantitativa, evidenciando una progresión desde niveles receptivos hacia desempeños estratégicos que posicionan la competencia digital docente como un eje central de la transformación de las políticas educativas.

El impacto positivo del programa de formación sobre Moodle se alinea con lo planteado por García-Peñalvo & Corell (2020) y Crespo-Cabuto et al. (2021), quienes destacan que la digitación educativa no debe limitarse a incorporar herramientas, sino promover una transformación metodológica integral. De manera similar, los resultados coinciden con lo señalado por Martínez-Garcés & Garcés-Fuenmayor (2020) y Guevara Fernández (2024) al confirmar que el Moodle potencia la planificación docente, la creación de materiales

interactivos y a la autonomía del estudio. Este patrón también ha sido corroborado en estudios latinoamericanos, donde el uso de plataformas virtuales fortalece las competencias digitales cuando se integran con criterios pedagógicos adecuados (Ibarra Freire et al., 2022; Ríos Contreras et al., 2025). Lo que coincide con los hallazgos de Basantes-Andrade et al. (2020) y Bonilla-Guachamín (2020), quienes destacan que Moodle constituye un entorno ideal para promover la autonomía y autorregulación docente.

Respecto al incremento de la confianza y actitud de carácter positivo hacia la tecnología, los resultados apoyan afirmaciones de Velandia Rodriguez et al. (2022), quienes proponen que la formación en entornos digitales es fundamental para propiciar prácticas participativas e innovadoras; así como también se vinculan con las propuestas de Fernández-Cruz et al. (2025), quienes aseguran que la medición y el fortalecimiento de la competencia digital del profesorado han de ser medidos mediante instrumentos validados con indicadores psicométricos robustos como el DigCompEdu Check-In. Lo que insinúan estos resultados es que la formación en Moodle no solo genera competencias tecnológicas, sino también dimensiones actitudinales y reflexivas necesarias para llevar a cabo la transformación pedagógica. Este hallazgo refuerza lo señalado por Saltos-Rivas et al. (2021), quienes destacan la necesidad de reportar evidencias psicométricas sólidas en los instrumentos de medición de competencia digital docente.

Asimismo, los resultados permiten observar avances que confirman las brechas previamente identificadas en los niveles de competencia digital docente en Perú (Hurtado-Mazeyra et al., 2022; Mallqui, 2024; Márquez et al., 2018). Tal como señalan Joia et al. (2024) y UNESCO, (2023), la desigualdad en los procesos de digitalización educativa en América Latina se acentúa cuando no existen políticas sostenidas de capacitación docente, situación que se replica en la educación técnico-productiva. En este contexto, los hallazgos del presente estudio aportan evidencia empírica sobre la efectividad de estrategias formativas diferenciadas en este sector. Esta situación, como advierte Márquez et al. (2018) y (MINEDU, 2021), refleja las carencias estructurales en las políticas de alfabetización digital docente en la región.

La interpretación de los resultados también se fundamenta en los marcos teóricos elegidos. El modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006) explica cómo la práctica docente eficaz requiere la integración equilibrada del conocimiento tecnológico, el pedagógico y disciplinario, tal como se evidenció en el proceso del grupo experimental. La teoría del conectivismo (Mena Hernández et al., 2024; Siemens, 2025) también resulta pertinente para describir cómo los docentes fortalecieron desde la colaboración y aprendizaje en Moodle creando comunidades virtuales activas. Por último, el enfoque socioformativo, permitió evidenciar progresos desde niveles receptivos hacia desempeños estratégicos, poniendo en valor la innovación y el emprendimiento pedagógico (Córdova Esparza et al., 2024; Crespo-Cabuto et al., 2021). Estos resultados se alinean con Cabero Almenara & Valencia (2020) quienes sostienen que la integración pedagógica de la tecnología debe evaluarse de manera sistemática y contextualizada.

A pesar de haber logrado resultados positivos, es preciso señalar que el estudio también cuenta con limitaciones. En primer lugar, la muestra fue limitada y se redujo a un solo CETPRO de Lima, lo que abre un interrogante sobre la posibilidad de poder generalizar estos resultados y extenderlos a otros contextos diferentes (Joia et al., 2024; UNESCO, 2023). En segundo lugar,

la intervención tuvo un periodo de duración breve y reducido, lo que imposibilita evaluar la permanencia de los efectos a lo largo del tiempo (Fernández-Cruz et al., 2025; Saltos-Rivas et al., 2021). Finalmente, el estudio no se ocupó de examinar la relación existente entre la formación del profesorado y el logro del aprendizaje del alumnado, un aspecto que han advertido como relevante Colina-Ysea et al. (2024). Por último, futuros estudios deberían considerar variables mediadoras como la experiencia tecnológica, la edad o el área de especialidad, por cuanto influyen poderosamente en la apropiación digital (Marín et al., 2025; Peters et al., 2022).

El resultado de la investigación tiene implicancias importantes para la política educativa y la gestión institucional, ya que nuevamente se muestra que Moodle es una plataforma adecuada para la formación de los docentes en contextos técnico-productivos, a partir de su flexibilidad, accesibilidad y adecuación a distintas formas metodológicas, así como también reafirma la necesidad del MINEDU de llevar a cabo programas de formación continua en competencias digitales curricularmente diseñados para los docentes de CETPRO, que deben aprender a combinar la utilización de estas tecnologías en el aula con la práctica técnica de su especialidad. También se ve corroborada la pertinencia de unir la formación de plataformas virtuales con un enfoque socioformativo, que permita sumar los logros alcanzados y retroalimentar el proceso de mejora. En este sentido, este enfoque se ubica en la órbita de lo propuesto por la UNESCO (2023), quien propone la alfabetización digital docente como una de las palancas de la calidad educativa.

A pesar de los resultados positivos obtenidos, el estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar los hallazgos. La muestra estuvo conformada por 50 docentes seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia y pertenecientes a un único Centro de Educación Técnico-Productiva (CETPRO) de Lima, lo que restringe la generalización de los resultados a otros contestos internacionales. No obstante, este enfoque resulta pertinente en estudios cuasiexperimentales de intervención educativa, cuyo objetivo principal es analizar el efecto de un programa formativo en un contexto específico.

Asimismo, el diseño de la investigación no contempló una medición longitudinal que permitiera evaluar la sostenibilidad de las competencias digitales desarrolladas en el tiempo, ni incluyó la evaluación directa del impacto de la capacitación docente de los aprendizajes de los estudiantes. En este sentido, futuros estudios podrían incorporar evaluaciones diferidas y ampliar el análisis hacia los efectos pedagógicos en el alumnado, con el fin de fortalecer la evidencia empírica en la educación técnico-productiva.

4.2 Conclusión

Los resultados extraídos de la investigación permitieron llegar a la conclusión de que la capacitación docente en Moodle producía un efecto positivo y estadísticamente significativo en la variable competencia digital docente en los profesores del CETPRO de Lima. El grupo experimental, una vez concluidas las sesiones de formación, presentaba cambios significativos en sus prácticas docentes en comparación con el grupo control, corroborando que la formación estructurada en un entorno virtual beneficiaba el desarrollo integral de las competencias digitales docentes desde un aspecto técnico, pedagógico y actitudinal.

En cuanto a la dimensión de conocimiento y habilidades digitales adquiridas, los resultados indican una mejora significativa en la capacidad de los docentes para crear y gestionar nuevos recursos digitales, manejar adecuadamente herramientas de enseñanza y resolver inconvenientes tecnológicos. Este resultado se interpreta como una validación de que los docentes lograron llegar a niveles de rendimiento más autónomos y estratégicos; esto demuestra la pertinencia de Moodle como plataforma para la alfabetización y aprendizaje, apuntando al fortalecimiento de la competencia digital técnica.

Respecto a la estructura del aula, se reflejaron aprendizajes en cuanto a la capacidad de utilización de recursos multimedia para motivar el aprendizaje, esta integración de recursos digitales en la plataforma educativa para gestionar mejor tareas y evaluaciones, el uso de herramientas digitales para adaptar y gestionar la enseñanza y el aprendizaje en el entorno digital. Los docentes demostraron así que había una integración de estrategias metodológicas más activas, e indicaron que ofrecer una competencia digital implicaba llevar a cabo un cambio pedagógico más allá de la mera utilización instrumental de la tecnología.

A nivel de la dimensión actitud y confianza en el uso del aula virtual mediante herramientas digitales, el resultado de los análisis otorga una respuesta a la pregunta relacionada con la metodología de enseñanza con tecnologías, planteando una actitud favorable hacia la innovación o bien una mayor seguridad en la conducción de clases virtuales, lo que consideramos básico para el sustentamiento de la cultura digital docente, superada además la sensación de inseguridad manifiesta en la fase inicial del proyecto, lo que fortaleció la autoconfianza, punto al que, entre otros, se dirigió el impacto de la formación indicando, por lo tanto, una adecuada estrategia mediante el uso de tecnologías en las aulas virtuales.

En la dimensión de la colaboración y la comunicación virtual, se observó, una vez más, una clara tendencia al incremento de la participación activa en las plataformas de comunicación, la cooperación entre pares o el uso de recursos colaborativos, lo cual ha originado que se generaran redes de apoyo y de aprendizaje entre los docentes, contribuyendo a la interacción pedagógica y el trabajo conjunto en el entorno del aula virtual, por lo que consideramos que contribuye a mantener la dimensión comunitaria de la competencia digital docente.

En definitiva, los resultados indican que la formación de los profesores mediante el Moodle mejora las competencias digitales de una forma holística, es decir, teniendo en consideración los contextos técnico-productivos. Aunque la intervención se llevó a cabo en un solo centro y con una muestra limitada, los resultados constituyen un primer paso en el aporte de pruebas para impulsar planes de formación continua implementando los marcos DigCompEdu y TPACK desde el razonamiento socioformativo que articula técnica, pedagogía e innovación. Se propone que MINEDU y las instituciones de educación técnico productiva promuevan propuestas de políticas formativas que empoderen el uso reflexivo y creativo de las tecnologías como una herramienta para la mejora de la calidad educativa en el Perú.

5. FINANCIACIÓN

Este estudio no recibió financiación para su realización.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, E.M.L.E. y L.G.A; curación de datos, E.M.L.E. y H.L.H.T.; análisis formal, E.M.L.E., L.L.G. y H.L.H.T.; investigación, E.M.L.-E., L.G.A. y H.L.H.T.; metodología, E.M.L.E. y L.G.A.; administración del proyecto, E.M.L.E. y L.G.A.; recursos, H.L.H.T. y L.G.A.; software, H.H.T., E.M.L.E.; supervisión, E.M.L.E. y L.G.A.; validación, H.H.T. y E.M.L.E.; visualización, E.M.L.E. y L.G.A.; redacción—preparación del borrador original, E.M.L.-E., L.G.A. y H.L.H.T.; redacción—revisión y edición, E.M.L.-E., L.G.A. y H.L.H.T.

7. REFERENCIAS

Amri, S., Budiyanto, C. W., Fenyvesi, K., Yuana, R. A., & Widiastuti, I. (2022). Educational robotics: Evaluating the role of computational thinking in attaining 21st century skills. *Open Education Studies, 4*(1), 322–338. https://doi.org/10.1515/edu-2022-0174

Angeli, C., & Georgiou, K. (2023). Investigating the effects of gender and scaffolding in developing preschool children's computational thinking during problem-solving with Bee-Bots. *Frontiers in Education, 7*. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.757627

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology, 8*(1), 19–32. https://doi.org/10.1080/1364557032000119616

Barragán-Sánchez, R., Romero-Tena, R., & García-López, M. (2022). Educational robotics to address behavioral problems in early childhood. *Education Sciences, 13*(1), 22. https://doi.org/10.3390/educsci13010022

Battelle for Kids. (2025). *Partnership for 21st century learning® frameworks & resources*. P21® Resources. https://www.battelleforkids.org/insights/p21-resources/

Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education, 138*, 130–145. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013

Berson, I. R., Berson, M. J., McKinnon, C., Aradhya, D., Alyaeesh, M., Luo, W., & Shapiro, B. R. (2023). An exploration of robot programming as a foundation for spatial reasoning and computational thinking in preschoolers' guided play. *Early Childhood Research Quarterly, 65*, 57–67. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.015

Brainin, E., Shamir, A., & Eden, S. (2022). Promoting spatial language and ability among SLD children: Can robot programming make a difference? *Journal of Educational Computing Research, 60*(7), 1742–1762. https://doi.org/10.1177/07356331221083224

Çakır, R., Korkmaz, Ö., İdil, Ö., & Uğur Erdoğmuş, F. (2021). The effect of robotic coding education on preschoolers' problem solving and creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity, 40*(100812), 100812. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100812

Castro, A., Aguilera, C., Yang, W., & Urrutia, B. (2024). High-capacity robots in early education: Developing computational thinking with a voice-controlled collaborative robot. *Education Sciences, 14*(8), 856. https://doi.org/10.3390/educsci14080856

Del-Moral-Pérez, E., López-Bouzas, N., & Castañeda-Fernández, J. (2025). Microrrelatos, codificación robótica, aplicaciones digitales y realidad aumentada para potenciar el pensamiento computacional infantil. *Pixel bit, 73*, 1–26. https://doi.org/10.12795/pixelbit.115193

Emen-Parlatan, M., Ördek-İnceoğlu, S., Gürgah-Oğul, İ., & Aslan, D. (2023). Technology and early mathematics skills: Effectiveness of I Love Math with Robots. *The Journal of Educational Research, 116*(2), 90–99. https://doi.org/10.1080/00220671.2023.2203092

Gerosa, A., Koleszar, V., Tejera, G., Gómez-Sena, L., & Carboni, A. (2022). Educational robotics intervention to foster computational thinking in preschoolers: Effects of children's task engagement. *Frontiers in Psychology, 13*, 904761. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.904761

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher (Washington, D.C.: 1972), 42*(1), 38–43. https://doi.org/10.3102/0013189x12463051

Hollenstein, L., Thurnheer, S., & Vogt, F. (2022). Problem solving and digital transformation: Acquiring skills through pretend play in kindergarten. *Education Sciences, 12*(2), 92. https://doi.org/10.3390/educsci12020092

Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies, 23*(6), 2531–2544. https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z

Kourti, Z., Michalakopoulos, C.-A., Bagos, P. G., & Paraskevopoulou-Kollia, E.-A. (2023). Computational thinking in preschool age: A case study in Greece. *Education Sciences, 13*(2), 157. https://doi.org/10.3390/educsci13020157

Misirli, A., & Komis, V. (2023). Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge. *Early Childhood Research Quarterly, 65*, 139–158. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.014

Montuori, C., Pozzan, G., Padova, C., Ronconi, L., Vardanega, T., & Arfé, B. (2023). Combined unplugged and educational robotics training to promote computational thinking and cognitive abilities in preschoolers. *Education Sciences, 13*(9), 858. https://doi.org/10.3390/educsci13090858

Montuori, C., Ronconi, L., Vardanega, T., & Arfé, B. (2022). Exploring gender differences in coding at the beginning of primary school. *Frontiers in Psychology, 13*, 887280. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.887280

Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J., & Nielsen, M. (2020). Developing an interactive environment through the teaching of mathematics with small robots. *Sensors (Basel, Switzerland), 20*(7), 1935. https://doi.org/10.3390/s20071935

Nikolopoulou, K. (2023). STEM activities for children aged 4–7 years: Teachers' practices and views. *International Journal of Early Years Education, 31*(3), 806–821. https://doi.org/10.1080/09669760.2022.2128994

Otterborn, A., Schönborn, K. J., & Hultén, M. (2020). Investigating preschool educators' implementation of computer programming in their teaching practice. *Early Childhood Education Journal, 48*(3), 253–262. https://doi.org/10.1007/s10643-019-00976-y

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2022). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviewsDeclaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista panamericana de salud publica [Pan American journal of public health], 46*, e112. https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112

Quinn, M. F., Caudle, L. A., & Harper, F. K. (2025). Embracing culturally relevant computational thinking in the preschool classroom: Leveraging familiar contexts for new learning. *Early Childhood Education Journal, 53*(2), 393–403. https://doi.org/10.1007/s10643-023-01581-w

Robledo-Castro, C., Vieira Mejía, C., & Chiu, J. (2025). Exploring computational thinking, executive functions, visuospatial skills and experiences with toys in early childhood: Protocol for a controlled trial. *MethodsX, 14*(103145), 103145. https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.103145

Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The standard definition of creativity. *Creativity Research Journal, 24*(1), 92–96. https://doi.org/10.1080/10400419.2012.650092

Siper Kabadayi, G., & Sönmez, D. (2024). The effects of a robotics program on preschool-students creative thinking skills. *Hacettepe University Journal of Education*. https://doi.org/10.16986/huje.2024.522

Somuncu, B., & Aslan, D. (2022). Effect of coding activities on preschool children's mathematical reasoning skills. *Education and Information Technologies, 27*(1), 877–890. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10618-9

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33–35. https://doi.org/10.1145/1118178.1118215

Yang, W. (2024). Coding with robots or tablets? Effects of technology-enhanced embodied learning on preschoolers' computational thinking and social-emotional competence. *Journal of Educational Computing Research, 62*(4), 938–960. https://doi.org/10.1177/07356331241226459

Yang, W., Luo, H., & Su, J. (2022). Towards inclusiveness and sustainability of robot programming in early childhood: Child engagement, learning outcomes and teacher perception. *British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology, 53*(6), 1486–1510. https://doi.org/10.1111/bjet.13266

Yang, W., Ng, D. T. K., & Gao, H. (2022). Robot programming versus block play in early childhood education: Effects on computational thinking, sequencing ability, and self-regulation. *British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology, 53*(6), 1817–1841. https://doi.org/10.1111/bjet.13215

Yang, W., Ng, D. T. K., & Su, J. (2023). The impact of story-inspired programming on preschool children's computational thinking: A multi-group experiment. *Thinking Skills and Creativity, 47*(101218), 101218. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101218

Zurnacı, B., & Turan, Z. (2024). Educational robotics or unplugged coding activities in kindergartens?: Comparison of the effects on pre-school children's computational thinking and executive function skills. *Thinking Skills and Creativity, 53*(101576), 101576. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101576

Para citar este artículo:

Llerena-Espinoza , E. M., Garro-Aburto, L. L., & Huanachin -Ttito, H. L. (2026). Impacto de la capacitación en moodle en las competencias digitales docentes de educación técnico-productiva . *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 4. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4503

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

Impacto de la Inteligencia Artificial sobre el aprendizaje de los estudiantes: Un estudio internacional sobre la percepción de los directores escolares

Impact of Artificial Intelligence on Student Learning: An International Study of School Principals' Perceptions

Ángel C. Herrero (A.C.H.); Universidad Nebrija (España)

F. Javier Murillo (F.J.M.); Universidad Nebrija (España)

RESUMEN

Esta investigación de carácter internacional tiene un doble objetivo: en primer lugar, identificar perfiles de directores escolares de educación secundaria según sus percepciones sobre el impacto de la inteligencia artificial generativa en el aprendizaje del alumnado; y, en segundo lugar, determinar si existen diferencias en estos perfiles entre países. Para ello, se analizan los microdatos del Módulo de IA de la evaluación internacional ICILS 2023, con una muestra final de 968 directores escolares de diez países. Se emplea un Análisis de Perfiles Latentes ponderado para diseño complejo, que permite identificar patrones diferenciados en las percepciones y actitudes de los directores frente a la IA en contextos educativos. Los resultados evidencian tres perfiles claramente diferenciados: Directores indiferentes (1,42 %), Directores ambivalentes (3,18 %) y Directores con posiciones intermedias (95,4 %), con algunas variaciones entre países. Estos hallazgos sugieren que, hasta el momento, no existe una opinión sólidamente formada sobre el potencial de la IA para transformar el aprendizaje estudiantil. Por ello, las decisiones y estrategias que se adopten en el futuro próximo serán determinantes para que la IA se convierta en una herramienta educativa esencial o, por el contrario, en un obstáculo para el aprendizaje de los estudiantes.

ABSTRACT

This international study has a twofold objective: first, to identify profiles of secondary school principals based on their perceptions of the impact of generative artificial intelligence on student learning; and second, to determine whether there are differences in these profiles across countries. To this end, microdata from the ICILS 2023 AI Module were analyzed, with a final sample of 968 school principals from ten countries. A weighted Latent Profile Analysis for complex survey design was conducted, allowing the identification of differentiated patterns in principals' perceptions and attitudes toward AI in educational contexts. The results reveal three clearly differentiated profiles: Indifferent Principals (1.42%), Ambivalent Principals (3.18%), and Principals with Intermediate Positions (95.4%), with some variations across countries. These findings suggest that, at present, there is no strongly established opinion on the potential of AI to transform student learning. Therefore, the decisions and strategies adopted in the near future will be critical in determining whether AI becomes an essential educational tool or, alternatively, a barrier to student learning.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

Inteligencia artificial, directores escolares, aprendizaje de los estudiantes, análisis de perfiles latentes, comparación internacional, Percepciones de la IA

Artificial intelligence, school principals, student learning, latent profile analysis, international comparison, AI perceptions

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 14-10-2025
Aceptado: 18-03-2026

1. INTRODUCCIÓN

La irrupción de los modelos de lenguaje generativo (LLM), con ChatGPT a la cabeza, ha reavivado el debate de cómo la IA transforma el aprendizaje, desde el rendimiento inmediato hasta los procesos más profundos de pensamiento crítico, escritura y autorregulación. Las evidencias más recientes sugieren que existen efectos positivos en variables de aprendizaje, aunque con heterogeneidad y riesgos claros si se usa sin diseño estructurado y pedagógico (Deng et al., 2024; Wang & Fan, 2025). Dos metaanálisis recientes sintetizan el estado del arte en estos aspectos, Deng et al. (2024), con estudios experimentales, hallan mejoras en desempeño académico y disposiciones de orden superior. Por otro lado, Wang & Fan (2025), confirman un gran efecto en rendimiento y medio en percepción del aprendizaje y pensamiento de orden superior, regulados por el tipo de tarea, el modelo instruccional y la duración de la intervención.

Los mecanismos por los que la IA puede impactar en el aprendizaje estudiantil se pueden clasificar en tres. Por una parte, está el mecanismo cognitivo, en el que el alumnado que está tutorizado con LLM puede superar actividades activas en clase en comprensión conceptual, cuando el diseño instruccional incorpora preguntas socráticas y retroalimentación adaptativa (Ye et al., 2025). A mayor escala, la implicación y la participación aumentan cuando el diálogo con el sistema es inmediato, contextual y guiado por objetivos (Lo et al., 2024). Además, se han observado mejoras en la capacidad de los estudiantes para resolver problemas de manera creativa cuando trabajan en tareas universitarias que simulan situaciones reales (Urban et al., 2024).

Otro de los mecanismos es la retroalimentación y escritura, ya que, en tareas de escritura, la IA aumenta la retroalimentación formativa y puede mejorar productos escritos, especialmente si se vincula con rúbricas y se integra con aspectos de revisión (Polakova & Ivenz, 2024). No obstante, se han realizado comparativas que indican que la retroalimentación humana sigue superando a ChatGPT en la mayoría de las dimensiones cualitativas, con pequeñas diferencias, lo que podría suponer un apoyo y servir en tareas de bajo riesgo (Steiss et al., 2024).

Por otro lado, están la autorregulación y *offloading* cognitivo. La IA puede aliviar carga mental y sostener estrategias autorreguladas (Ng et al., 2024), pero existe riesgo de sobredependencia, más concretamente, revisiones recientes documentan patrones de excesiva dependencia y automatización sesgada que empobrecen la capacidad del estudiantado para evaluar críticamente su propio trabajo si no se establecen medidas o estrategias pedagógicas (Zhai et al., 2024). Estos aspectos son importantes para interpretar los supuestos beneficios en eficiencia, puesto que no garantizan el aprendizaje duradero si la utilización de la IA sustituye el esfuerzo generativo del estudiante (Wang & Fan, 2025; Zhai et al., 2024).

Más allá de los procesos, aparecen riesgos importantes como la calidad de la información y la integridad académica. Los LLM pueden “alucinar” y cometer errores sistemáticos, incluso con parámetros de generación controlados, lo que afecta directamente a tareas de búsqueda y síntesis (Dahl et al., 2024; Farquhar et al., 2024). Por eso, el diseño didáctico debe incluir verificación de fuentes, comparación de respuestas y trazabilidad del contenido (Dahl et al., 2024). En paralelo, la autoría y la honestidad académica siguen siendo áreas sensibles, por lo que la literatura describe nuevas formas de deshonestidad y limita la utilidad de centrarse solo

en la detección, por lo que se recomienda rediseñar la evaluación, incorporar oralidad y explicitar el uso de IA (Cotton et al., 2023).

El balance de la evidencia no es binario. Primero, los efectos positivos aparecen cuando la IA se integra en estrategias de enseñanza sólidas (tutoría guiada, rúbricas, ciclos de revisión) y se orienta a procesos, no solo al producto (Deng et al., 2024; Lo et al., 2024). Segundo, los riesgos (información errónea, dependencia, superficialidad, deshonestidad) no son inevitables, pero emergen cuando faltan cimientos, verificación y coherencia entre evaluación y aprendizaje (Cotton et al., 2023; Dahl et al., 2024; Zhai et al., 2024). Tercero, los efectos varían según la disciplina, el tiempo de uso, el rol dado de la IA y el perfil del alumnado; por eso conviene pasar del "¿sirve o no?" al "¿cuándo, cómo y para quién sirve?" (Ansari et al., 2024; Wang & Fan, 2025).

La evidencia reciente invita a abandonar la retórica del prohibir vs. permitir y avanzar hacia integraciones pedagógicas deliberadas que maximicen beneficios (tutoría adaptativa, *feedback* escalable, motivación) y contengan riesgos (verificación, trazabilidad, tareas generativas, evaluación auténtica). Este artículo tiene como objetivo identificar y caracterizar tipologías de directores escolares en función de su balance de percepciones positivas y negativas sobre el impacto de la inteligencia artificial en el aprendizaje del alumnado, a partir de los datos del cuestionario de dirección escolar de ICILS 2023. Más concretamente, se busca delimitar perfiles con sentido educativo, examinar la relación entre ambas dimensiones de percepción y derivar implicaciones prácticas para las políticas de centro, el diseño de tareas y la evaluación, ofreciendo evidencia que transciende el dilema "prohibir vs. Permitir" y oriente para integrar pedagogías de la IA generativa en las escuelas.

Con todo ello, esta investigación tiene un doble objetivo, en primer lugar, identificar perfiles de directores escolares de educación secundaria en función de sus percepciones acerca del impacto de la IA generativa en el aprendizaje del alumnado, y, en segundo término, determinar diferencias en los perfiles entre países.

2. MÉTODO

2.1. Estudio y muestra

Con el fin de alcanzar los objetivos planteados, se recurrió al análisis de los microdatos procedentes del módulo sobre Inteligencia Artificial dirigido a directores escolares del International Computer and Information Literacy Study (ICILS, Estudio Internacional sobre Alfabetización Informática y Competencia Digital) en su edición de 2023, cuyos datos fueron liberados en febrero de 2025 y están disponibles en el repositorio de la IEA (https://www.iea.nl/data-tools/repository/icils). El ICILS constituye una evaluación comparativa de carácter transversal, coordinada por la International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), que indaga en qué medida el alumnado de octavo grado ha desarrollado competencias necesarias para desenvolverse en entornos digitales. Entre las distintas informaciones recogidas, en la edición de 2023 destaca la incorporación de un módulo adicional. enfocado en el uso de herramientas de inteligencia artificial generativa, como ChatGPT, en el cuestionario dirigido a directores escolares. La IEA optó por aplicar este

módulo a los directores con el fin de recabar información de carácter institucional y estratégico sobre la presencia, regulación y percepciones en torno a la IA en los centros educativos, así como para facilitar la inclusión de un contenido emergente sin aumentar significativamente la carga de aplicación del estudio. El mismo fue de carácter opcional para los países. Así, de los 35 sistemas educativos participantes en el ICILS, solo diez decidieron aplicar este cuestionario a sus directores: Chipre, Dinamarca, Grecia, República de Corea, Noruega, Eslovaquia, Eslovenia, Suecia, Uruguay y Rumanía.

Con todo ello, la muestra inicial de este estudio está conformada por los 1439 directores y directoras de centros de educación secundaria de diez países que completaron el módulo relacionado con la inteligencia artificial generativa, con una media cercana a 144 directores por país. La muestra de centros se obtuvo mediante un procedimiento de muestreo estratificado por conglomerados, seleccionando escuelas de manera proporcional a su tamaño, y solicitando posteriormente a los directores de esos centros que cumplimentaran el cuestionario.

Dado que no todos los participantes ofrecieron información válida en las variables indicadoras utilizadas en este estudio, la muestra final quedó reducida a 968 directores, lo que representa un promedio de 97 por país y supone una pérdida del 32,7 % respecto al total inicial. Esta reducción no fue uniforme: en países como República de Corea, Eslovaquia, Eslovenia o Rumanía la disminución fue de entre −7,3 % y 13,8 %, mientras que en Noruega, Uruguay, Grecia, Suecia y Dinamarca alcanzó aproximadamente el 50 %. En consecuencia, la depuración de los datos conlleva cierto riesgo de sesgo en la representatividad de los resultados nacionales.

Para valorar el efecto de esta reducción, se compararon ambas muestras en dos variables relacionadas con la composición socioeconómica de los centros. En lo referente al porcentaje de alumnado procedente de hogares con nivel socioeconómico alto, la proporción de casos válidos se incrementó del 76,6 % en la muestra original al 92,4 % en la depurada. De manera análoga, en la variable relativa al alumnado de entornos desfavorecidos, los registros válidos pasaron del 76,2 % al 91,8 %. En ambos indicadores la distribución por categorías se mantuvo estable, lo que sugiere que la pérdida de casos afectó sobre todo a centros con datos ausentes o inconsistentes, sin modificar sustancialmente la composición relativa de los grupos socioeconómicos. En todo caso, es importante destacar la información de esos 968 directores, y su distribución por países, es la utilizada en el informe oficial de resultados del ICILS 2023 (Fraillon, 2024) para el análisis de dichas variables.

2.2. Medidas

En el análisis se emplearon dos variables indicadoras construidos por la IEA a partir del módulo sobre IA generativa del ICILS 2023: Opiniones de los directores sobre el impacto positivo de ChatGPT sobre el aprendizaje de los estudiantes (P_CIMPOS) y Opiniones de los directores sobre el impacto negativo de ChatGPT sobre el aprendizaje de los estudiantes (PCIMNEG) (ver Fraillon et al., 2025).

Ambas variables se derivan de una batería de nueve ítems de respuesta ordinal sobre la probabilidad percibida de que ocurran ciertos resultados con cuatro alternativas (de “Muy probable” a “Nada probable”) que valoran el grado en que la IA incide en el trabajo del profesorado. La primera, de opiniones positivas, se basó en cuatro ítems que recogen beneficios percibidos (eficiencia, reducción de carga administrativa, mejora de la enseñanza y

apoyo al aprendizaje). Y la segunda, de opiniones negativas, se construyó con cinco ítems centrados en riesgos percibidos (pérdida de autoridad profesional, reducción del rol docente, menor compromiso del alumnado y dificultades para evaluar trabajos originales). Ambas escalas fueron calibradas mediante modelos de Teoría de Respuesta al Ítem y estandarizadas a una métrica con media 50 y desviación típica 10 para el conjunto de los países.

2.3. Análisis de datos

Para la identificación de los perfiles de directores se recurrió a un Análisis de Perfiles Latentes (LPA, *Latent Profile Analysis*) ponderado y de diseño complejo. Efectivamente, dado que la información procede de diez sistemas educativos, se aplicó el factor de ponderación SENWGTC con el fin de equilibrar el peso de cada país en las estimaciones, evitando que los tamaños muestrales desiguales distorsionaran los resultados. Paralelamente, se utilizó un diseño de análisis complejo incorporando la variable país como estrato, lo que permitió ajustar los errores estándar y las pruebas de significación a la estructura de la muestra.

En total se estimaron 16 modelos, producto de la combinación de cuatro estructuras gaussianas con soluciones de dos, tres, cuatro y cinco perfiles. Las estructuras analizadas son: EII: varianzas iguales en todas las variables y perfiles (dispersión esférica común); VVI: máxima flexibilidad bajo independencia, con varianzas distintas por variable y perfil; EEE: permite correlaciones entre variables con una matriz de varianzas y covarianzas común a todos los perfiles; y VVV: máxima flexibilidad al admitir varianzas y covarianzas diferentes en cada perfil.

Todos los modelos fueron estimados utilizando el estimador de Máxima Verosimilitud Robusta (MLR) para abordar posibles desviaciones de la normalidad multivariada en los datos. La selección del modelo óptimo se basó en la comparación de diversos indicadores: los criterios de información Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC) y Sample-Size Adjusted BIC (SSABIC); el valor de la entropía como medida de precisión en la clasificación; y el tamaño relativo de la clase más pequeña, a fin de garantizar la estabilidad y relevancia de las soluciones obtenidas (Nylund et al., 2007).

Para determinar las diferencias en los perfiles entre países se utilizaron tanto la pertenencia de cada director a un perfil a partir de la pertenencia más probable, así como de las probabilidades de pertenencia a los perfiles. También se usaron datos ponderados.

Para hacer los análisis se utilizaron los softwares MPlus v8.11 para la primera parte y SPSS v31 para le depuración y el manejo de datos y el análisis de la diferencia entre países.

3. RESULTADOS

3.1. Perfiles Latentes

Para determinar el modelo óptimo conformado por unas especificaciones de la matriz de varianzas-covarianzas y un número de perfiles se estiman 16 combinaciones: cuatro estructuras de varianza-covarianza (EII, VVI, EEE y VVV) y un número de perfiles que varía de dos a cinco. Esas 16 combinaciones se comparan valorando múltiples criterios, tanto

estadísticos como sustantivos y de estabilidad. Así, en un primer momento, se consideran tres criterios de información que aportan información del ajuste del modelo a los datos: AIC, BIC y SSABIC. En segundo lugar se estima la entropía, que mide la calidad de la clasificación de los directores escolares en los perfiles latentes. Un valor de entropía cercano a 1 sugiere una clasificación precisa y una buena separación entre los perfiles. Además, se tiene en cuenta el tamaño del perfil menor, dado que perfiles con un porcentaje muy bajo de la muestra (menos del 1 %) son consideradas inestables, potencialmente no replicables, y pueden ser artefactos de la estimación más que grupos significativos.

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los resultados de los modelos estimados.

Tabla 1

Análisis de Perfiles Latentes. Ajuste de los modelos

Modelo	Nº perfiles	Log-Lik	AIC	BIC	SSABIC	Entropía	% min
EII	2	-7192,075	14396,150	14425,351	14406,295	0,994	1,300
EII	3	-7153,680	14325,374	14369,176	14340,592	0,973	2,442
EII	4	-7132,336	14288,672	14347,075	14308,963	0,977	0,410
EII	5	-7111,785	14253,570	14326,574	14278,934	0,950	0,411
VVI	2	-7191,594	14397,189	14431,257	14409,026	0,994	1,357
VVI	3	-7151,452	14322,903	14371,573	14339,813	0,971	1,653
VVI	4	-7130,145	14286,289	14349,559	14308,272	0,978	0,408
VVI	5	-7111,473	14254,946	14332,817	14282,002	0,935	1,252
EEE	2	-7191,593	14399,187	14438,122	14412,714	0,994	1,357
EEE	**3**	**-7141,190**	**14304,380**	**14357,917**	**14322,981**	**0,963**	**1,415**
EEE	4	-7122,197	14272,393	14340,530	14296,067	0,971	0,404
EEE	5	-7108,985	14251,969	14334,707	14280,716	0,954	0,406
VVV	2	-7172,121	14362,242	14406,044	14377,460	0,528	20,749

Nota. En negrita el modelo seleccionado.

Al analizar los resultados se observan algunos datos interesantes. En primer lugar, se visibilizan problemas con el Modelo VVV. Efectivamente este modelo, que permite la máxima flexibilidad al estimar varianzas y covarianzas libres entre las variables dentro de cada clase, se muestra ser altamente inestable: solo converge para dos perfiles. Esto es posible que sea debido a la presencia, ya anticipada por otros modelos, de algún o algunos perfiles de muy pequeño tamaño. El modelo VVV de dos perfiles, aunque sí converge, presenta una entropía extremadamente baja (0,528), lo que indica una deficiente separación y clasificación de los individuos en las clases, volviéndolo inviable para la interpretación. Estos problemas muestran que la complejidad de un modelo VVV no está soportada por la estructura de los datos, llevando a problemas de no-identificación.

En segundo lugar, en los modelos EEI, VVI, EEE y VVV con cuatro y cinco perfiles, aunque los criterios de información utilizados (AIC, BIC y SSABIC) disminuyen a medida que aumenta el número de perfiles para los modelos, la consideración del tamaño del grupo más pequeño aporta una información determinante. Tanto para cuatro como para cinco perfiles, en los modelos EII, VVI y EEE, el porcentaje mínimo de los grupos desciende drásticamente a valores

por debajo del 1 %, lo que genera que estos perfiles sean inestables, no interpretables y probablemente no replicables en futuras muestras.

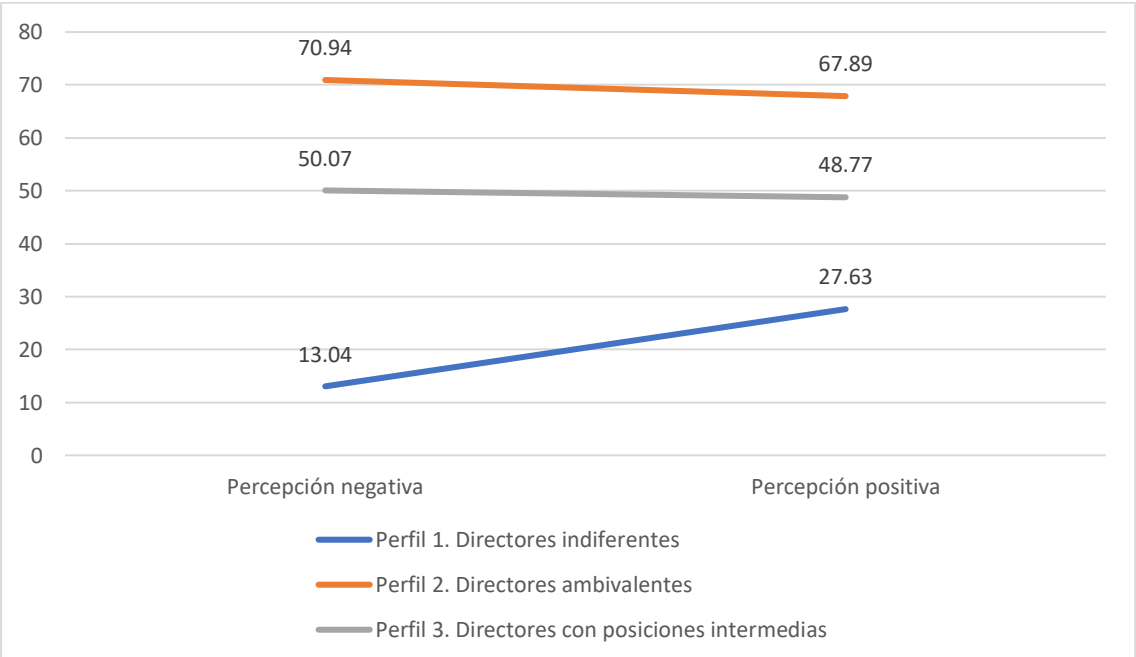
Con todo ello, queda el análisis de los modelos EII, VVI y EEE de dos y tres Perfiles. En los seis casos, tienen una entropía superior a 0,96, lo que indica una excelente calidad de clasificación de los individuos en sus respectivas clases. Los tamaños de los grupos mínimos para estos modelos y dos y tres perfiles, si bien son pequeños (entre 1,30 % y 2,44 %), son considerablemente más robustos que los observados en las soluciones de cuatro o cinco perfiles.

Finalmente, al ponderar el ajuste estadístico, la estabilidad de los perfiles y la interpretabilidad, el modelo EEE con tres perfiles se postula como la solución más adecuada. Este modelo presenta el BIC y SSABIC más bajos de todos los modelos que convergen de manera estable con grupos de tamaño razonable (BIC = 14357,9; SSABIC = 14323,0). Además, su entropía es de 0,96, lo que garantiza una clasificación fiable. Aunque el porcentaje del grupo más pequeño es del 1,42 %, este valor es aceptable y permite una interpretación significativa en el contexto del estudio, evitando la inestabilidad inherente a los grupos con porcentajes inferiores al 1 %. La selección de 3 perfiles proporciona un equilibrio óptimo entre la parsimonia del modelo y la capacidad de capturar la heterogeneidad subyacente en la población de estudio.

El análisis de los resultados del LPA para el modelo EEE seleccionado ha identificado tres perfiles distintos de directores escolares, caracterizados por sus percepciones sobre el impacto positivo y negativo de ChatGPT en el aprendizaje de los estudiantes. La covarianza entre ambas variables indicadoras es de -14,10 (p = 0,002) para todos los perfiles, lo que indicando una relación inversa significativa entre las percepciones positivas y negativas. Los perfiles encontrados tienen las siguientes características (Figura 1):

Figura 1

Caracterización de los perfiles



El Perfil 1, en primer lugar, está compuesto por apenas el 1,42 % de la muestra total ponderada. Se caracteriza por presentar las medias más bajas en ambas dimensiones (positivas de 27,63 y negativas de 13,04), con lo que tienen una baja percepción tanto de los impactos negativos como de los positivos del ChatGPT en los estudiantes. De esta forma pueden ser definidos como "Directores indiferentes".

El segundo de los perfiles se distingue por sus altas puntuaciones en ambas percepciones, con un énfasis ligeramente menor en las positivas que en las negativas (67,89 y 70,94 de media, respectivamente). Los directores de este grupo son los más conscientes de los riesgos y desafíos que ChatGPT puede introducir en el aprendizaje (ej., plagio, dependencia tecnológica). Sin embargo, su reconocimiento de los aspectos positivos también es notable, lo que indica una visión crítica y analítica. Está conformado por el 3,18 % de los directores escolares analizados y podría denominarse "Directores ambivalentes".

Por último, el Perfil 3 es el perfil predominante, representando al 95,4 % de la muestra. Se caracteriza por medias intermedias tanto en las percepciones positivas (50,07), como negativas (48,77). Los directores en este perfil demuestran una comprensión matizada del impacto del ChatGPT, reconociendo tanto los beneficios como los desafíos de manera equitativa, llamándose, de esta forma, "Directores con posiciones intermedias".

De esta forma, llama la atención la gran homogeneidad en las percepciones de los directores. La gran mayoría presentas puntuaciones intermedias, sin decantarse entre las aportaciones positivas y las negativas del ChatGPT en los estudiantes. Apenas el 4,6 % restante se alejan de esta percepción. A continuación, se analizan las diferencias por países.

3.2. Distribución por países

El análisis por países revela matices significativos en la distribución de los perfiles antes vista (Tabla 2).

Tabla 2

Distribución de perfiles entre países

	Perfil 1			Perfil 2			Perfil 3		
	%	Probabilidad de pertenencia		%	Probabilidad de pertenencia		%	Probabilidad de pertenencia	
		Media	DT		Media	DT		Media	DT
Chipre	1,27 %	0,013	0,112	8,51 %	0,099	0,221	90,22 %	0,888	0,243
Dinamarca	1,95 %	0,019	0,138	0,00 %	0,002	0,007	98,05 %	0,979	0,138
Grecia	0,00 %	0,000	0,000	16,29 %	0,155	0,316	83,72 %	0,845	0,316
R. de Corea	1,22 %	0,010	0,092	1,57 %	0,017	0,122	97,22 %	0,973	0,152
Noruega	0,00 %	0,003	0,027	0,00 %	0,003	0,008	100,00 %	0,994	0,028
Eslovaquia	0,00 %	0,018	0,131	1,80 %	0,000	0,001	98,21 %	0,982	0,131
Eslovenia	0,00 %	0,000	0,003	0,00 %	0,000	0,001	100,00 %	1,000	0,003
Suecia	1,64 %	0,017	0,126	0,63 %	0,008	0,079	97,74 %	0,974	0,148
Uruguay	0,00 %	0,000	0,000	0,79 %	0,013	0,080	99,21 %	0,987	0,080
Rumanía	4,23 %	0,043	0,202	5,66 %	0,073	0,224	90,10 %	0,884	0,290
Total	**1,42 %**	**0,014**	**0,116**	**3,18 %**	**0,036**	**0,156**	**95,40 %**	**0,949**	**0,192**

Así, en Noruega y Eslovenia, prácticamente la totalidad de los directores se ubica en el perfil de Moderados (100 %), con probabilidades de pertenencia muy cercanas a 1 (*M* = 0,994 y *M* = 1,000, respectivamente), acompañadas de desviaciones muy bajas (*DT* = 0,028 y 0,003). Este patrón se repite en Uruguay (99,21 %; *M* = 0,987; *DT* = 0,080) y en la República de Corea (97,22 %; *M* = 0,973; *DT* = 0,152), lo que refleja un alto grado de homogeneidad en las percepciones.

En países como Dinamarca (98,05 %; *M* = 0,979; *DT* = 0,138), Suecia (97,74%; *M* = 0,974; *DT* = 0,148) y Eslovaquia (98,21 %; *M* = 0,982; *DT* = 0,131), la pertenencia al grupo de directores escolares con percepciones intermedias también resulta dominante, aunque aparecen proporciones muy reducidas de directores ambivalentes o indiferentes, con probabilidades medias en torno a 0,01–0,02 y desviaciones típicas ligeramente superiores (DT entre 0,12 a 0,14).

En contraste, algunos países muestran mayor diversidad interna. En Grecia, aunque los Moderados siguen siendo mayoritarios (83,72 %; *M* = 0,845; *DT* = 0,316), un 16,29 % de directores pertenece al perfil de Indiferentes (*M* = 0,155; *DT* = 0,316), lo que sugiere percepciones divergentes dentro del sistema. En Chipre, la distribución es más equilibrada, con un 90,22 % de directivos con percepciones intermedias (*M* = 0,888; *DT* = 0,243), un 8,51 % de indiferentes (*M* = 0,099; *DT* = 0,221) y un 1,27 % de ambivalentes (*M* = 0,013; *DT* = 0,112). Finalmente, en Rumanía emergen con mayor visibilidad los tres perfiles: aunque la mayoría se concentra en los Moderados (90,10 %; *M* = 0,884; *DT* = 0,290), un 5,66 % corresponde a los directores indiferentes (*M* = 0,073; *DT* = 0,224) y un 4,23 % a los ambivalentes (*M* = 0,043; *DT* = 0,202), configurando el país con mayor heterogeneidad en las percepciones.

En síntesis, los resultados evidencian un patrón general de predominio de los directivos con puntuaciones intermedias en todos los países, con probabilidades de pertenencia muy altas y baja dispersión, lo que refleja una percepción relativamente consensuada sobre los efectos de la Inteligencia Artificial. Sin embargo, en contextos como Grecia, Chipre y Rumanía se percibe la existencia de un grupo de directores y directoras indiferentes y ambivalentes, acompañados de desviaciones típicas más elevadas, lo que apunta a diferencias internas y a la posible influencia de factores contextuales en la construcción de estas percepciones.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta investigación identifica tres perfiles de directivos escolares según sus percepciones sobre el impacto de ChatGPT en el aprendizaje estudiantil: Directores indiferentes (1,42 %), Directores ambivalentes (3,18 %) y Directores con posiciones intermedias (95,4 %), presentes en los diez países participantes. El predominio de posiciones intermedias refleja un consenso prudente: los equipos directivos reconocen beneficios potenciales, como la motivación, el apoyo a la escritura, la generación de ideas y la evaluación crítica, pero adoptan una postura cautelosa ante riesgos como dependencia, superficialidad, afectación al rigor académico y calidad de la información. Estos resultados se alinean con estudios que indican efectos positivos de la IA condicionados por el diseño pedagógico, la naturaleza de las tareas, la integración instruccional y la duración de su uso (Deng et al., 2024; Wang & Fan, 2025).

El perfil ambivalente –con percepciones tanto positivas como negativas elevadas– evidencia la coexistencia de oportunidades y riesgos allí donde la IA se implementa de forma visible. La literatura reporta mejoras en la implicación del alumnado (Lo et al., 2024), la escritura con retroalimentación guiada (Polakova & Ivenz, 2024) y la resolución creativa de problemas (Urban et al., 2024), pero también identifica errores sistemáticos y alucinaciones (Dahl et al., 2024), desafíos de integridad académica (Cotton et al., 2023) y riesgos de sobredependencia (Zhai et al., 2024). Estos hallazgos subrayan la necesidad de políticas de uso responsable, normas claras en los centros y evaluaciones rediseñadas que incluyan evidencias del proceso, exposiciones orales y rúbricas trazables, de modo que los beneficios de la IA no comprometan el razonamiento del alumnado.

El grupo de indiferentes suele asociarse a bajo conocimiento o experiencias iniciales con IA. En estos casos, resultan recomendables itinerarios de bajo riesgo y alto control pedagógico, como tareas con rúbrica, verificación obligatoria y defensa oral, que generen experiencias exitosas y aumenten la confianza docente, en consonancia con usos recientes de IA educativa (Ansari et al., 2024). La variabilidad entre países sugiere que no es adecuado aplicar soluciones uniformes, sino considerar factores contextuales que modulan las percepciones y la adopción institucional (Wang & Fan, 2025).

Desde la perspectiva de mejora educativa, los perfiles identificados permiten definir prioridades estratégicas para la integración responsable de la IA, resumibles en cuatro líneas de acción:

1. Utilizar la IA como apoyo al aprendizaje, como tutor o herramienta de andamiaje y retroalimentación, sin sustituir el esfuerzo del alumnado (Ye et al., 2025).

2. Implementar mecanismos de verificación y trazabilidad que reduzcan errores, alucinaciones y sesgos en la información generada (Farquhar et al., 2024).

3. Diseñar evaluaciones originales que incluyan defensas orales, evidencias del proceso y rúbricas que valoren tanto el uso ético de la IA como la calidad del razonamiento (Steiss et al., 2024).

4. Promover tareas de escritura y resolución de problemas con ciclos sucesivos de revisión, estimulando la creatividad y la calidad del producto final (Polakova & Ivenz, 2024).

Las pequeñas diferencias entre países indican que, aunque las percepciones son esencialmente similares a nivel global, las políticas nacionales incipientes ya generan variaciones que probablemente se acentuarán con el tiempo. Esto subraya la relevancia de los factores institucionales y regulatorios en la adopción efectiva de la IA educativa.

Este debate convive con una tendencia reciente, en distintos sistemas educativos, a restringir el uso de dispositivos digitales (especialmente teléfonos inteligentes) en el aula para reducir distracciones y riesgos asociados al bienestar. Estas políticas pueden condicionar la adopción e impacto de la IA generativa y deberían considerarse en la planificación institucional (UNESCO, 2023).

Este estudio cumple su objetivo de identificar tipologías de directivos según el equilibrio entre percepciones positivas y negativas sobre la IA, y traduce esos perfiles en una hoja de ruta para su integración práctica. En función del nivel de madurez institucional—entendido como el grado de desarrollo digital del centro en términos de estrategia, gobernanza, infraestructuras, cultura de uso y capacidades docentes—se proponen tres enfoques, se proponen tres enfoques: (a) en contextos de uso incipiente de IA, iniciar pilotos controlados y programas de alfabetización digital básica; (b) en entornos con opiniones mixtas, reforzar políticas de centro y establecer evaluaciones compatibles con la IA; y (c) en instituciones más avanzadas, escalar iniciativas garantizando calidad y supervisión pedagógica. La aportación práctica del estudio invita a superar el dilema entre "prohibir" o "permitir" y avanzar hacia un enfoque de "diseñar para aprender", donde la IA apoye los procesos educativos sin reemplazar el razonamiento del alumnado, potenciando la enseñanza, la revisión con criterios y la verificación de la información.

Este trabajo, como cualquier otro, tiene sus fortalezas y sus limitaciones. Entre las primeras cabe destacar el uso de un marco internacional comparable (ICILS 2023) con cuestionario específico para dirección escolar, el análisis de percepciones mediante escalas estandarizadas de impactos positivos y negativos, y la aplicación de técnicas de análisis avanzadas como el Análisis de Perfiles Latentes con ponderación y diseño complejo por país, lo que posibilita una mirada más profunda de la realidad. Entre las limitaciones se incluyen la naturaleza transversal de los datos, la participación de solo diez países con pérdidas desiguales y que la recogida de datos se realizó pocos meses tras la popularización de la IA generativa, lo que puede reflejar posiciones aún poco definidas o en fase inicial de adopción institucional.

Para futuras investigaciones, se recomienda replicar y seguir longitudinalmente estas tipologías para observar su estabilidad o evolución y vincularlas con resultados de aprendizaje observables, como rendimiento, escritura o creatividad. Conviene ampliar el número de países y analizar la invarianza de escalas entre contextos, incorporar modelos multinivel y criterios de clase robustos, relacionar percepciones directivas con docentes y estudiantes, e integrar datos de uso real de IA para evaluar autorregulación, dependencia y verificación de información. Asimismo, se requieren estudios de intervención a nivel institucional que prueben políticas de uso responsable y evaluaciones "*IA ready*", así como investigaciones que consideren disciplina, etapa educativa, tipo de tarea y duración de uso, para pasar de la pregunta "si sirve" a "cuándo, cómo y para quién sirve".

La integración de la IA en educación es irreversible y transformará profundamente el trabajo de docentes y estudiantes. Su implementación responsable ofrece la oportunidad de mejorar la educación y reducir desigualdades, aunque también puede amplificarlas si se gestiona de manera inadecuada. El futuro educativo está por construir, y dependerá de cómo se diseñen los procesos de enseñanza y aprendizaje apoyados por IA.

5. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, A.C.H. y F.J.M.; curación de datos, A.C.H. y F.J.M.; análisis formal, A.C.H. y F.J.M.; metodología, A.C.H. y F.J.M.; software, A.C.H. y F.J.M.; redacción—preparación del borrador original, A.C.H. y F.J.M.; redacción—revisión y edición, A.C.H. y F.J.M.

6. REFERENCIAS

Ansari, A. N., Ahmad, S., & Bhutta, S. M. (2024). Mapping the global evidence around the use of ChatGPT in higher education: A systematic scoping review. *Education and Information Technologies, 29*(9), 11281–11321. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12223-4

Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148

Dahl, M., Magesh, V., Suzgun, M., & Ho, D. E. (2024). Large legal fictions: Profiling legal hallucinations in large language models. *Journal of Legal Analysis, 16*(1), 64–93. https://doi.org/10.1093/jla/laae003

Deng, R., Jiang, M., Yu, X., Lu, Y., & Liu, S. (2024). Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Computers & Education, 227*, 105224. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105224

Farquhar, S., Kossen, J., Kuhn, L., & Gal, Y. (2024). Detecting hallucinations in large language models using semantic entropy. *Nature, 630*(8013), 625–630. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07421-0

Fraillon, J. (Ed.). (2024). *An International Perspective on Digital Literacy. Results from ICILS 2023.* IEA.https://www.iea.nl/sites/default/files/2024-11/ICILS_2023_International_Report_0.pdf

Fraillon, J., Rožman, M., Meyer, S., Musu, L., Liaw, Y.-L., Christiansen, A., & Tieck, S. (2025). *International Computer and Information Literacy Study 2023. Technical report*. IEA.

Lo, C. K., Hew, K. F., & Jong, M. S.-Y. (2024). The influence of ChatGPT on student engagement: A systematic review and future research agenda. *Computers & Education, 219*, 105100. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105100

Ng, D. T. K., Tan, C. W., & Leung, J. K. L. (2024). Empowering student self-regulated learning and science education through ChatGPT: A pioneering pilot study. *British Journal of Educational Technology, 55*(4), 1328–1353. https://doi.org/10.1111/bjet.13454

Nylund, K. L., Asparouhov, T., & Muthén, B. O. (2007). Deciding on the Number of Classes in Latent Class Analysis and Growth Mixture Modeling: A Monte Carlo Simulation Study. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 14*(4), 535–569. https://doi.org/10.1080/10705510701575396

Polakova, P., & Ivenz, P. (2024). The impact of ChatGPT feedback on the development of EFL students' writing skills. *Cogent Education, 11*(1), 2410101. https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2410101

Steiss, J., Tate, T., Graham, S., Cruz, J., Hebert, M., Wang, J., Moon, Y., Tseng, W., Warschauer, M., & Olson, C. B. (2024). Comparing the quality of human and ChatGPT feedback of

students' writing. *Learning and Instruction, 91,* 101894. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101894

UNESCO. (2023). *Tecnología en Educación: ¿Una herramienta en los términos de quién? Informe de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2023*. UNESCO. https://doi.org/10.54676/NEDS2300

Urban, M., Dechterenko, F., Lukavský, J., Hrabalová, V., Svacha, F., Brom, C., & Urban, K. (2024). ChatGPT improves creative problem-solving performance in university students: An experimental study. *Computers & Education, 215*, 105031. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105031

Wang, J., & Fan, W. (2025). The effect of ChatGPT on students' learning performance, learning perception, and higher-order thinking: Insights from a meta-analysis. *Humanities and Social Sciences Communications, 12*, 621. https://doi.org/10.1057/s41599-025-04787-y

Ye, J., Wang, S., Zhou, D., Yan, Y., Wang, K., Zheng, H.-T., Xu, Z., King, I., Yu, P. S., & Wen, Q. (2025). Position: LLMs can be good tutors in foreign language education. *arXiv*. https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.05467

Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments, 11*(28). https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7

Para citar este artículo:

Herrero Lastra, Ángel C., & Murillo, F. J. (2026). Impacto de la Inteligencia Artificial sobre el aprendizaje de los estudiantes. Un estudio internacional exploratorio. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 5. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4527

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

El Pensamiento Computacional y la Realidad Extendida en la enseñanza de la biodiversidad. Una revisión con Litmaps y NotebookLM.

Computational Thinking and Extended Reality in biodiversity education. A review using Litmaps and NotebookLM

Laura Alarcón Busquet (L.A.B.). Universidad de Huelva (España)

Antonio Alejandro Lorca Marín (A.A.L.M.). Universidad de Huelva (España)

RESUMEN

La actual pérdida de la biodiversidad demanda ciudadanos capaces de comprender y actuar frente a problemas ambientales complejos, por lo que es necesario formarlos en dicho sentido desde edades tempranas. Este estudio explora el potencial del Pensamiento Computacional (PC) y la Realidad Extendida (XR) como herramientas innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje de la biodiversidad. Mediante una revisión sistemática apoyada en plataformas digitales (Litmaps y NotebookLM), se identificaron y analizaron aplicaciones, beneficios y desafíos de ambas metodologías. Los resultados indican que el PC facilita el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior y fomenta la modelización sistémica de fenómenos ecológicos, mientras que la XR ofrece experiencias inmersivas y emocionalmente significativas que promueven el compromiso ambiental. No obstante, la implementación enfrenta retos relacionados con la capacitación docente, el acceso a tecnología y la necesidad de marcos pedagógicos coherentes. Se destaca la importancia de fomentar la colaboración interdisciplinaria y fortalecer la formación docente para lograr una integración efectiva. Se concluye que el uso de PC y XR posee un potencial transformador en la educación ambiental, contribuyendo a la construcción de una ciudadanía más crítica, informada y comprometida con la conservación de la biodiversidad.

ABSTRACT

The ongoing loss of biodiversity requires citizens who can understand and act on complex environmental problems, making it essential to educate them on these issues from an early age. This study explores the potential of Computational Thinking (CT) and Extended Reality (XR) as innovative tools for teaching and learning about biodiversity. Through a systematic review supported by digital platforms (Litmaps and NotebookLM), we identified and analyzed the applications, benefits, and challenges of both methodologies. The results indicate that CT facilitates the development of higher-order cognitive skills and promotes the systemic modeling of ecological phenomena, while XR offers immersive and emotionally significant experiences that encourage environmental engagement. However, implementation faces challenges related to teacher training, access to technology, and the need for coherent pedagogical frameworks. The importance of fostering interdisciplinary collaboration and strengthening teacher preparation is highlighted to achieve effective integration. In conclusion, the use of CT and XR has transformative potential in environmental education, contributing to the development of a more critical, informed, and committed citizenry dedicated to biodiversity conservation.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

biodiversidad, pensamiento computacional, realidad extendida, educación ambiental, innovación educativa.
biodiversity, computational thinking, extended reality, environmental education, educational innovation

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 20-10-2025
Aceptado: 17-02-2026

1. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad, entendida como la variabilidad entre todos los organismos vivos, donde se incluyen la diversidad intraespecífica, interespecífica y de los ecosistemas (Convenio sobre Diversidad Biológica, 1992), es un concepto fundamental y amplio, que abraza todo el espectro de la organización biológica, abarcando también las escalas de espacio y tiempo. Su trascendencia engloba, además, aspectos culturales, políticos y económicos (Gutiérrez, 2013).

La enseñanza de los conceptos relacionados con biodiversidad es clave para fomentar la responsabilidad ambiental entre las futuras generaciones y dar paso a una ciudadanía informada, capaz de enfrentar los urgentes desafíos ambientales actuales. A pesar de ello, los obstáculos en la integración de los contenidos relativos a esta temática en las prácticas educativas, dificultan tanto los resultados pedagógicos como los esfuerzos de conservación (Helldén y Helldén, 2008).

La instrucción tradicional en el tratamiento de la diversidad biológica está siendo criticada de manera creciente, debido a su insuficiencia a la hora de fomentar una comprensión profunda y el compromiso de los estudiantes hacia tales cuestiones. Los métodos educativos convencionales, que a menudo dependen de la memorización mecánica y los formatos basados en conferencias, no parecen abordar eficazmente las complejidades de la biodiversidad. El entorno de aprendizaje pasivo, común en la educación tradicional, a menudo sofoca el pensamiento crítico y la creatividad, suele conducir a una retroalimentación tardía y a entornos de aprendizaje inflexibles, lo que resulta en la falta de evaluaciones oportunas que podrían mejorar la incorporación certera de estas concepciones (Chodkowski et al., 2022).

El reconocimiento de las carencias en la educación tradicional ha impulsado a los educadores a explorar y adoptar prácticas más efectivas, subrayando la necesidad de desarrollo profesional en la enseñanza para satisfacer las demandas cambiantes de la alfabetización en biodiversidad. Actualmente se amplían los debates entre profesores e investigadores sobre la implementación de estrategias innovadoras y adaptativas que se alineen con las necesidades de aprendizaje contemporáneas (Yli-Panula et al., 2018).

Los enfoques educativos alternativos, particularmente aquellos que enfatizan el aprendizaje activo, experiencial e interdisciplinario, han mostrado ser prometedores para abordar estos problemas. Nuevas metodologías animan la participación a través de actividades prácticas y de colaboración, preparando eficazmente a los estudiantes para enfrentar los desafíos ecológicos del mundo real (Id Babou et al., 2023). Dentro de las propuestas más esperanzadoras, deben mencionarse el pensamiento computacional (PC) y la realidad extendida (XR), los cuales se han reconocido como elementos transformadores en la educación, y, particularmente en materia sobre biodiversidad, podrían mejorar tanto los procesos de enseñanza como los de aprendizaje. Las investigaciones indican que estas tecnologías no solo mejoran la motivación y la retención, sino que también cierran la brecha entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica, haciendo que la experiencia de aprendizaje sea tanto impactante como relevante para los desafíos ambientales contemporáneos (Mercier et al., 2024).

El PC, como un enfoque sistemático para resolver problemas, haría su aporte a la educación sobre biodiversidad al permitir que los estudiantes analicen y razonen sobre los sistemas biológicos de manera efectiva. Este cambio pedagógico se plasmaría, por ejemplo, a través de

materiales educativos como hojas de trabajo que integren estrategias computacionales con contenido sobre biodiversidad, que han demostrado promover el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades (Andriyani et al., 2024). Por su parte, las tecnologías de realidad extendida, que incluyen la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR), proporcionarían oportunidades de aprendizaje inmersivo que enriquecerían la experiencia educativa (Cho y Park, 2023). Al permitir que los estudiantes interactúen con ecosistemas virtuales y superpongan información digital en entornos del mundo real, XR puede fomentar un compromiso emocional más profundo y una mejor comprensión de los conceptos ecológicos.

Aunque el potencial de estas tecnologías en la educación es evidente, no pueden ser ignorados retos como la accesibilidad, la capacitación docente y el desarrollo de marcos pedagógicos efectivos. De ahí la necesidad de abordar estas problemáticas y así maximizar los beneficios del PC y la XR en la promoción de una cultura científica y la gestión ambiental entre los estudiantes. A medida que los actores educativos continúan explorando aplicaciones innovadoras e iniciativas colaborativas, se espera que la integración de estas herramientas contribuya a la configuración del futuro de la educación sobre biodiversidad (DSouza et al., 2024).

Dado este contexto, surge la pregunta: ¿De qué manera se integran el Pensamiento Computacional y la Realidad Extendida en la enseñanza de la biodiversidad, y qué desafíos deben superarse para su implementación efectiva en los entornos educativos?

El presente estudio pretende *realizar una revisión sobre el uso del Pensamiento Computacional y Realidad Extendida en la enseñanza de la biodiversidad.* Esta revisión contará con la particularidad de estar apoyada por Litmaps y NotebookLM, aplicaciones diseñadas para facilitar la exploración y análisis de información científica y académica. Los objetivos perseguidos específicamente son:

1. Examinar las aplicaciones del Pensamiento Computacional y la Realidad Extendida en la enseñanza y el aprendizaje de la biodiversidad.
2. Explorar cómo estas herramientas pueden mejorar la comprensión y el compromiso de los estudiantes con los conceptos de biodiversidad.
3. Identificar los principales retos de su integración en contextos educativos.
4. Proporcionar una guía para el uso de Litmaps y NotebookLM como herramientas de apoyo en la revisión bibliográfica y el análisis de fuentes académicas.

2. MÉTODO

El presente estudio es una revisión sistemática con un enfoque exploratorio descriptivo, para la que fueron empleadas plataformas digitales de ayuda para la búsqueda, organización y análisis de la información disponible. La selección de Litmaps y NotebookLM respondió a la necesidad de contar con herramientas digitales que facilitaran una revisión más eficiente, visual y actualizada. Durante la fase inicial de diseño metodológico se exploraron diversas opciones disponibles en línea para la búsqueda y análisis bibliográfico, y la elección final de ambas plataformas se basó en criterios de pertinencia, accesibilidad y potencial analítico, al alinearse con los objetivos trazados.

Litmaps es una herramienta integral de gestión de la literatura diseñada para facilitar la investigación mediante la racionalización del proceso de descubrimiento y visualización de la literatura académica. Permite a los usuarios crear mapas interactivos que ilustran conexiones entre trabajos de investigación, basados en citas y referencias. Las funcionalidades notables de la plataforma incluyen herramientas avanzadas de descubrimiento, visualización dinámica y monitoreo continuo de la literatura relevante. Los usuarios pueden iniciar su viaje de investigación con un solo artículo y explorar una red de estudios relacionados con este. Ofrece opciones como la de crear y compartir pantallas y mapas superpuestos, lo cual enriquece aún más la experiencia colaborativa, permitiendo a los equipos académicos construir y refinar eficazmente las revisiones de la literatura. Litmaps ha obtenido retroalimentación positiva de la comunidad investigadora, con usuarios elogiando su representación visual de las relaciones de citas y la eficiencia que aporta al proceso de búsqueda de literatura (Griffiths, 2025). Es apreciable también la capacidad de actualizar automáticamente las redes de citas a medida que se publican nuevos estudios, mejorando significativamente la realización de revisiones exhaustivas de la literatura y rastrear las tendencias de investigación en curso. Sin embargo, algunos críticos sugieren que una comprensión matizada de temas complejos todavía puede requerir métodos tradicionales de revisión de la literatura (Tay, 2021).

Por otra parte, NotebookLM es una innovadora herramienta impulsada por inteligencia artificial diseñada para mejorar la productividad y el aprendizaje en diversos ámbitos, incluyendo la educación, el desarrollo profesional y la creación de contenido. Basada en el modelo Gemini de Google, integra funciones avanzadas como el análisis de código, capacidades de resumen y herramientas de colaboración en tiempo real, lo que la convierte en un recurso valioso tanto para usuarios individuales como para organizaciones. Sus potentes funcionalidades permiten gestionar y sintetizar información de múltiples fuentes. Se centra en contenido generado por el usuario y ofrece información personalizada basada en documentos previamente subidos por este a la plataforma. Este enfoque único permite una interacción más profunda con los materiales, mejorando la comprensión y la retención del conocimiento. No obstante, NotebookLM tampoco está exento de desafíos. Los usuarios deben ser conscientes de la calidad de los datos y de las limitaciones inherentes a la IA, como las denominadas "alucinaciones", que pueden generar información errónea o engañosa.

Uso de Litmaps

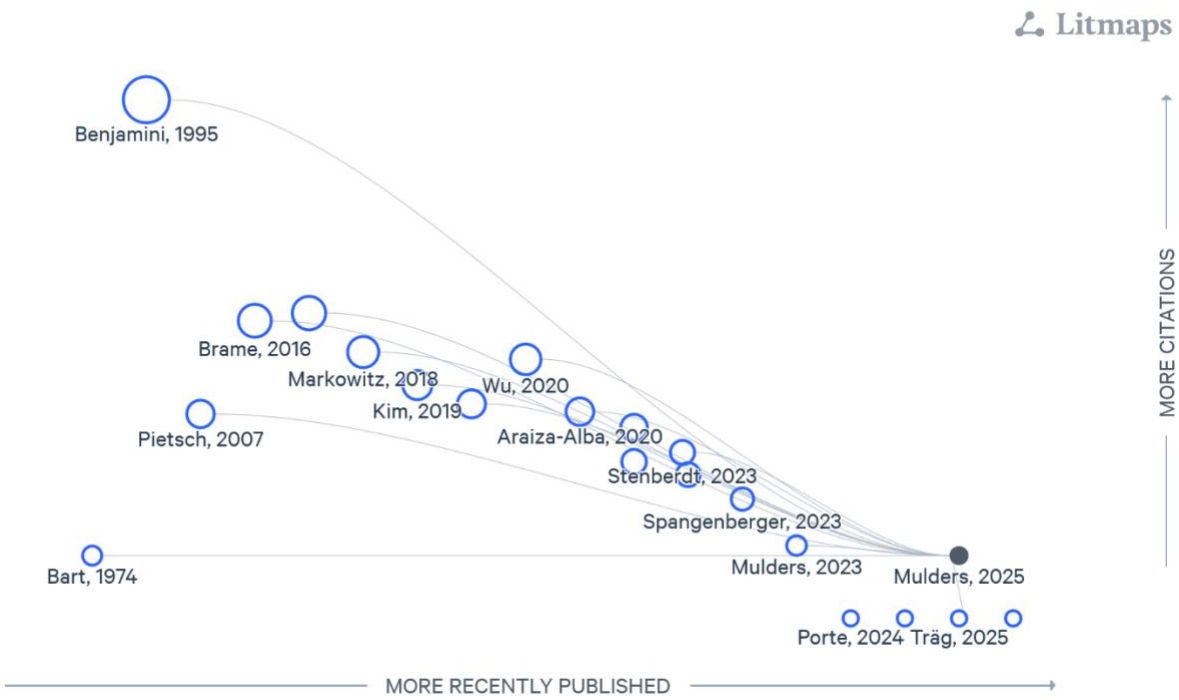
1. Acceso: Abrir Litmaps.com en el navegador web. Es posible registrarse a través de email, cuenta de Google o cuenta ORCID.
2. Entrada de Palabras Clave: En la interfaz de búsqueda, se introducen las palabras clave y los operadores booleanos convenientes. Para el presente estudio se realizaron dos combinaciones: "Computational Thinking" AND "Biodiversity Education", y "Extended Reality" AND "Biodiversity Education"
3. Filtrado: Se trabajó el rango de fechas dentro de los últimos 10 años. Litmaps ofrece estas opciones directamente en su motor de búsqueda, además de otras como filtrado por autor, revista, etc.
4. Generación del mapa: Una vez introducidas las palabras clave o los artículos iniciales, Litmaps generará un mapa visual de las publicaciones. Los nodos (puntos) representarán los artículos y las líneas las conexiones (citaciones, co-citaciones, etc.). La versión estándar de la plataforma solo permite trabajar simultáneamente con dos

mapas, los cuales pueden ser exportados (ver Figura 1) desde la pestaña *Export figure* en la esquina inferior derecha del mapa.

5. Exclusión: Fueron excluidos los estudios no accesibles en texto completo.
6. Selección de artículos: A partir del mapa se identificaron los artículos más relevantes para el estudio. Se trabajó con un total de 19 artículos, diez en la primera búsqueda y nueve en la segunda.
7. Exportación de Artículos Seleccionados: Una vez seleccionados, es posible exportar los artículos en formato PDF. Esto es importante para el siguiente paso con NotebookLM.

Figura 1

Mapa generado por Litmaps a partir de la búsqueda por palabras clave "Extended Reality" AND "Biodiversity Education"



Uso de NotebookLM

1. Acceso: Abrir notebooklm.google.com en el navegador web. Realizar el registro con una cuenta de Google.
2. Creación de un cuaderno: En este paso se añaden las fuentes bibliográficas previamente seleccionadas mediante Litmaps. Es importante destacar que NotebookLM acepta diversidad de tipos de documentos y enlaces, incluso es posible buscar directamente desde la pestaña Descubrir fuentes. La plataforma asigna por defecto un nombre al cuaderno en función de la temática, pero este puede ser modificado. El cuaderno puede ser actualizado cuanto se requiera mediante la adición de nuevas fuentes.

3. Consultas dirigidas: De acuerdo a los objetivos del estudio, se formulan preguntas específicas a NotebookLM para que analice los documentos. Para el presente caso las interrogantes fueron:
    - ¿Cómo definir PC/XR en el contexto educativo?
    - ¿Por qué es relevante su aplicación en la enseñanza de las ciencias naturales?
    - ¿Qué ejemplos existen de actividades que integren estas tecnologías para educar sobre biodiversidad?
    - ¿Cuáles son los desafíos más comunes al implementar PC y XR en la educación sobre biodiversidad?
    - ¿Qué recomendaciones se hacen para una implementación efectiva de estas tecnologías en el aula?
4. Revisión y refinamiento humano: Aunque NotebookLM automatiza mucho el proceso, la revisión humana es imprescindible. Es necesario revisar la información extraída y agrupada para asegurar su precisión, relevancia y coherencia con los objetivos de estudio.

2.1. Declaración ética

Se garantizaron principios de integridad académica y veracidad, asegurando que toda la información generada por estas herramientas fuera contrastada con las fuentes originales y correctamente citada. Se tuvo especial cuidado en evitar la propagación de sesgos o errores de las plataformas, empleándolas únicamente como apoyo analítico y no como sustituto del juicio crítico del investigador.

3. RESULTADOS

3.1. Pensamiento Computacional

En el contexto educativo, el pensamiento computacional (PC) generalmente se refiere a un conjunto de procesos involucrados en la formulación de problemas y sus soluciones, de manera que estas se representen en una forma que pueda ser llevada a cabo eficazmente por un agente de procesamiento de información, ya sea por humanos o máquinas (Piedade et al., 2020). Incluye elementos de la informática, pero no es un conocimiento que pertenezca solo a esta rama, ya que son pervasivos y transversales en otras áreas (Menezes et al., 2023). Las habilidades clave del PC incluyen la abstracción, el diseño de algoritmos, el pensamiento lógico, la descomposición, la depuración, el reconocimiento de patrones, la generalización, el pensamiento algorítmico, el pensamiento crítico, la representación de datos, el flujo de control, la evaluación, y el pensamiento sistémico (Andriyani et al., 2024).

Resulta interesante la aplicación del pensamiento computacional (PC) en la enseñanza de las ciencias ya que constituye un proceso metacognitivo que combina habilidades y disposiciones para regular la resolución de problemas difíciles y la creación de modelos de fenómenos que no se pueden observar directamente (Kanaki y Kalogiannakis, 2023). Varias fuentes recogen ejemplos de actividades que integran el PC para enseñar biodiversidad. Dickes et al. (2019) describe el currículo EcoMOD, el cual integra un ambiente virtual inmersivo con una

herramienta de modelado computacional basada en agentes, para apoyar el crecimiento del conocimiento ecológico y la práctica científica en estudiantes de ocho a once años. En este se representa un ecosistema forestal con interacciones entre cinco especies clave. Simula estructuras del mundo real, simplificadas intencionalmente para dirigir la atención de los jóvenes estudiantes hacia fenómenos y relaciones relevantes. Permite a los alumnos explorar libremente, realizar observaciones, recopilar pruebas mediante herramientas de medición (como poblaciones de animales y flujo de agua) y construir teorías sobre los mecanismos de cambios en el entorno. Incluye una herramienta de calendario para explorar las transformaciones en el ecosistema en diferentes períodos (2004, 2005, 2015, 2018), lo que permite comparar y analizar la evolución del sistema. Modelos como este sirven para representar las relaciones conceptuales y funcionales dentro de un ecosistema, permitiendo a los estudiantes probar hipótesis y comprender fenómenos ecológicos emergentes a partir de interacciones simples entre agentes computacionales. Otra aplicación es la relatada por Andriyani et al., 2024, que consiste en un cuaderno de trabajo para estudiantes integrado con el pensamiento computacional para el material de biodiversidad, específicamente en los problemas de conservación de la flora y fauna en Indonesia. Se enfoca en analizar datos sobre poblaciones de especies basándose en datos proporcionados en artículos que los estudiantes deben leer. Las actividades centrales de estas hojas de trabajo incluyen las cinco etapas del pensamiento computacional: abstracción, pensamiento algorítmico, descomposición, depuración y generalización, ajustadas al concepto de biodiversidad. Los estudiantes pueden desarrollar habilidades de identificación de patrones, abstraer detalles y diseñar algoritmos para encontrar soluciones.

También, se han desarrollado escenarios de aprendizaje con robótica para enseñar programación y promover habilidades de pensamiento computacional, que a su vez se aplican a la conciencia ambiental (Piedade et al., 2020). Además, existen proyectos de aprendizaje gamificados que proponen narrativas con personajes, misiones y rompecabezas, los cuales implican inherentemente actividades de pensamiento computacional como el análisis, la identificación de patrones, la abstracción, la secuenciación y el manejo de condiciones (Menezes et al., 2023).

La implementación efectiva del pensamiento computacional (PC) en la educación sobre biodiversidad presenta varios desafíos, principalmente dado por la falta de investigación específica que combine el PC con la educación sobre sostenibilidad y, en particular, con la biodiversidad. Aunque el PC comienza a enfatizarse en los currículos, su definición para los educadores puede ser vaga, lo que dificulta su implementación sistemática en las aulas (Christensen, 2022). Por otra parte, existe la preocupación de formar individuos competentes en tecnología, pero sin una comprensión profunda de los problemas socio-ambientales cruciales, como la pérdida de biodiversidad (Kanaki y Kalogiannakis, 2023). La enseñanza de la biodiversidad con PC, dada su naturaleza interdisciplinaria con la ciencia ambiental, la informática, etc., requiere una colaboración efectiva entre expertos de diferentes campos (tecnología, ecología, política, diseño) desde las primeras etapas del desarrollo de los materiales y enfoques educativos. Además, los docentes, especialmente aquellos sin formación en informática, necesitan una preparación adecuada y apoyo (como la formación de profesores o el uso de escenarios de aprendizaje bien diseñados) para poder integrar eficazmente el PC y herramientas como la robótica educativa en sus prácticas pedagógicas (Musaeus y Musaeus, 2024).

Todo esto se une al hecho de que la biodiversidad es un concepto multidimensional y relacional que puede ser difícil de capturar completamente con las tecnologías digitales actuales, que a menudo simplifican los datos en métricas singulares, más fáciles de medir y monitorear, como la presencia o ausencia de especies concretas. Esto puede resultar en una visión fragmentada que no captura las relaciones complejas y los aspectos relacionales dentro de los ecosistemas (Westerlaken et al., 2024). El desafío radica en desarrollar e implementar enfoques computacionales que puedan abordar esta complejidad y multidimensionalidad de manera más integral.

3.2. Realidad Extendida

En el contexto educativo, XR o "Extended Reality" (Realidad Extendida) es un término general o paraguas que abarca tanto la Realidad Virtual (VR) como la Realidad Aumentada (AR). Esto significa que una aplicación XR puede incorporar elementos de ambas tecnologías (Mulders y Trag, 2023). La VR y más específicamente la Realidad Virtual Inmersiva (IVR), implica una sensación de estar presente en un entorno virtual, la cual confiere al usuario una experiencia en primera persona y una interacción no simbólica con el contenido de aprendizaje. La IVR tiene la capacidad de situar al aprendiz como participante central, activo e intrínseco en el proceso (Araiza-Alba et al., 2024). Por otro lado, AR se concibe como una forma de presencia física aumentada con características virtuales. En educación, la VR y la AR están ganando terreno en entornos de aprendizaje y formación, y se espera que tengan una adopción generalizada en las aulas.

La aplicación de XR, particularmente a través de la IVR, es relevante en la enseñanza de las ciencias naturales al permitir la visualización de conceptos abstractos. La ciencia a menudo involucra fenómenos inobservables, entidades con tamaños extremos (microscópicos o muy grandes) que son difíciles de comprender solo con la percepción física. Investigaciones recientes sugieren que la sensación de presencia puede ser especialmente beneficiosa en las fases de exploración de las intervenciones de aprendizaje científico basado en la investigación en STEM. En estudios cualitativos, los estudiantes describieron aplicaciones XR como impresionantes, cautivadoras y realistas, y que les permitieron comprometerse con temas ambientales incluso después de la experiencia (Matovu et al., 2022).

Muchos conceptos en disciplinas científicas como la geología y las ciencias ambientales requieren visitar sitios de campo que son costosos y difíciles de organizar. Las aplicaciones IVR pueden "teletransportar" a los estudiantes a sitios de campo relevantes, permitiéndoles explorar lugares lejanos o de difícil acceso convenientemente (Elme et al., 2022). La integración de conocimientos de diversas disciplinas en entornos realistas y auténticos puede mejorar el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas. La IVR puede provocar procesos cognitivos y afectivos fuertes, llevando a la autorreflexión. La "presencia" (el sentimiento de estar en el entorno virtual) y el "flujo" (estar enfocado y cautivado) se consideran moderadores relevantes que pueden afectar los resultados del aprendizaje en las aplicaciones XR.

Se cuenta con el ejemplo de la aplicación "Tras las huellas de la biodiversidad" de Greenpeace (Mulders et al., 2023). Esta permite a los estudiantes examinar virtualmente lugares como la selva amazónica o la Gran Barrera de Coral con el objetivo de fomentar el conocimiento sobre

la sostenibilidad ambiental y la biodiversidad, aumentar el interés y promover actitudes y comportamientos proambientales. A través de ella los estudiantes pueden explorar un entorno de 360 grados interactuando con agentes virtuales. Otra aplicación de IVR fue la utilizada en estudiantes de agricultura y silvicultura para que aprendieran sobre ecosistemas forestales complejos y el impacto de las acciones humanas en la biodiversidad y el desarrollo de un hipotético bosque a lo largo del tiempo (Porte et al., 2024). Los estudiantes exploraron y analizaron parcelas forestales, identificando elementos como especies de árboles, plantas, hongos y tipos de suelo para diagnosticar los ecosistemas y tomar decisiones informadas sobre la gestión con un impacto mínimo. Este simulador incorporó señales visuales (parpadeo de elementos relevantes y piedras marcadoras para la información del suelo) y retroalimentación para guiar la atención de los estudiantes y facilitar la construcción de modelos mentales de los ecosistemas. Los resultados mostraron mejoras significativas en el rendimiento en la toma de decisiones y la calidad de las justificaciones. Mediante otro estudio se utilizó la IVR para mostrar el derretimiento del glaciar Aletsch (Suiza) durante 220 años, con el fin de aumentar la conciencia sobre el cambio climático y las actitudes ambientales (Markowitz et al., 2018). Los participantes encontraron la experiencia de VR más emocionante y agradable, con una mayor sensación de presencia en comparación con las condiciones de control (video, imágenes con texto, texto plano).

A pesar de estos potenciales beneficios, las fuentes también señalan que la investigación sobre el potencial educativo de la XR aún no se ha investigado a fondo. La implementación en entornos educativos presenta una serie de desafíos significativos que se pueden agrupar en categorías técnicas, pedagógicas, logísticas y éticas. La adquisición de equipos de VR inmersiva de alta gama es costosa, lo que limita su accesibilidad para muchos presupuestos educativos (Markowitz et al., 2018). La tecnología está en rápida evolución, dificultando la captura de su estado "actual" para la investigación y el desarrollo de aplicaciones. Se suma la preocupación de que los entornos inmersivos puedan imponer una mayor carga cognitiva en el usuario, especialmente una carga "extraña" o irrelevante, lo que podría interferir con el aprendizaje (Araiza-Alba et al., 2024). Esto puede deberse a la cantidad de información sensorial, la densidad de información o la falta de familiaridad con los dispositivos de control. Se añade el hecho de que muchos maestros aún carecen de experiencia en el uso adecuado de los medios digitales, incluyendo la integración de contenido de aprendizaje con la presentación multimedia para aumentar el compromiso e interés de los estudiantes (Mulders et al. 2023). Existe la limitante de que la mayoría de los estudios investigan los beneficios de la VR fuera de los currículos escolares normales, siendo necesario más investigación sobre cómo mejora el aprendizaje en aulas reales.

4. CONCLUSIONES

El análisis realizado evidencia que la integración del Pensamiento Computacional (PC) y la Realidad Extendida (XR) en la enseñanza de la biodiversidad representa un avance significativo en la innovación educativa y la alfabetización ambiental. Ambas herramientas facilitan el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, fomentan el aprendizaje activo y mejoran la comprensión conceptual profunda, aspectos fundamentales para formar ciudadanos críticos y comprometidos con la conservación ambiental.

Por un lado, el PC ofrece un marco metacognitivo que potencia la capacidad de los estudiantes para analizar, modelar y resolver problemas complejos en contextos ecológicos. Al aplicar habilidades como la abstracción, la descomposición y el pensamiento algorítmico, los estudiantes no solo adquieren conocimientos sobre biodiversidad, sino que también fortalecen competencias transversales altamente valoradas en la sociedad contemporánea. Por otro lado, la XR se presenta como una herramienta transformadora al permitir experiencias inmersivas y emocionalmente significativas. Este tipo de aprendizaje situado favorece el compromiso afectivo y la construcción de modelos mentales más precisos sobre los ecosistemas, incrementando la conciencia ambiental y motivando la acción proambiental. Además, la capacidad de simular escenarios inalcanzables en el aula convencional —como explorar la selva amazónica o presenciar la evolución de un glaciar— amplía los horizontes educativos y permite experiencias auténticas sin las limitaciones logísticas y económicas asociadas a las salidas de campo.

No obstante, la implementación efectiva de estas metodologías enfrenta retos significativos. Entre los más destacados se encuentran la necesidad de formación docente específica, la disponibilidad de infraestructura tecnológica adecuada y la superación de barreras económicas y logísticas que limitan el acceso equitativo a estas herramientas. Asimismo, se requiere un esfuerzo colaborativo interdisciplinario que involucre a expertos en educación, tecnología, ecología y políticas públicas para garantizar el diseño de materiales didácticos integrales y contextualizados.

El uso de herramientas como Litmaps y NotebookLM en el proceso de revisión bibliográfica y análisis documental demostró ser una estrategia eficiente para sistematizar información, identificar vacíos de conocimiento y fundamentar propuestas pedagógicas innovadoras. Estas plataformas contribuyen no solo a agilizar la revisión de literatura, sino también a fomentar el pensamiento crítico y la autonomía investigativa de los educadores y futuros investigadores.

5. FINANCIACIÓN

Este estudio no recibió financiación para su realización.

6. REFERENCIAS

Andriyani, F., Suryanda, A., & Ristanto, R. H. (2024). Development of Integrated Biodiversity Student Worksheets With Computational Thinking. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, *14*(1), 139–156. https://doi.org/10.21580/phen.2024.14.1.23303

Araiza-Alba, P., Keane, T., Chen, W. S., & Kaufman, J. (2021). Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills. *Computers & Education*, *164*, 104121.

Cho, Y., & Park, K. S. (2023). Designing Immersive Virtual Reality Simulation for Environmental Science Education. *Electronics*, *12*(2), 315. https://doi.org/10.3390/electronics12020315

Chodkowski, N., O'Grady, P. M., Specht, C. D., & Zamudio, K. R. (2022). Active learning strategies for biodiversity science. *Frontiers in Education*, *7*, 849300. https://doi.org/10.3389/feduc.2022.849300

Christensen, D. (2022). Computational thinking to learn environmental sustainability: a learning progression. *Journal of Science Education and Technology, 32*(1), 26-44.

Christensen, D., & Lombardi, D. (2024). Computational thinking through the lens of biological evolution learning: enhancing understanding through the levels of biological organization and computational complexity. *Evolution: Education and Outreach, 17*(10). https://doi.org/10.1186/s12052-024-00202-3

Convención sobre la Diversidad Biológica. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Naciones Unidas.

Dickes, A. C., Kamarainen, A., Metcalf, S. J., Gün-Yildiz, S., Brennan, K., Grotzer, T., & Dede, C. (2019). Scaffolding ecosystems science practice by blending immersive environments and computational modeling. *British Journal of Educational Technology, 50*(5), 2181-2202.

DSouza, P., Legaki, N.-Z., Galeote, D. F., & Hamari, J. (2024). Extended reality for public understanding of science: A systematic literature review [Paper presentation]. 27th International Academic Mindtrek Conference (Mindtrek '24), Tampere, Finland. https://doi.org/10.1145/3681716.3681734

Elme, L., Jørgensen, M. L., Dandanell, G., Mottelson, A., & Makransky, G. (2022). Immersive virtual reality in STEM: is IVR an effective learning medium and does adding self-explanation after a lesson improve learning outcomes? *Educational technology research and development, 70*(5), 1601-1626.

Griffiths, R. (2025). Tools for literature mapping. *The Digital Orientalist*. https://digitalorientalist.com/2025/03/18/tools-for-literature-mapping/

Gutiérrez, S. G. (2013). Aspectos históricos y epistemológicos del concepto biodiversidad. *Bio-grafía, 6*(10), 84-93. https://doi.org/10.17227/20271034.vol.6num.10bio-grafia84.93

Helldén, G., & Helldén, S. (2008). Students' early experiences of biodiversity and education for sustainable future. *Nordina*, *4*, 123–131.

Id Babou, A., Selmaoui, S., Alami, A., Benjelloun, N., & Zaki, M. (2023). Teaching Biodiversity: Towards a Sustainable and Engaged Education. *Education Sciences, 13*(9), 931. https://doi.org/10.3390/educsci13090931

Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2023). Fostering computational thinking and environmental awareness via robotics in early childhood education: A scoping review. *Research on Preschool and Primary Education*, 39-50.

Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology, 9*, 2364. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02364

Matovu, H., Ungu, D. A. K., Won, M., Tsai, C. C., Treagust, D. F., Mocerino, M., & Tasker, R. (2023). Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Studies in Science Education, 59*(2), 205-244.

Menezes, J., Schlemmer, E., & Di Felice, M. (2023). Developing computational thinking in the city through an OnLIFE education and digital citizenship perspective. *Research, Society and Development, 12*(7), 1-12.

Mercier, J., Leon Perez, L., Audrin, C., Bocher, E., Ertz, O., & Sander, E. (2024). *The impact of augmented reality on biodiversity learning in a pedagogical scenario based on analogical reasoning: An experimental study*. SSRN. https://ssrn.com/abstract=4922054

Mulders, M., & Träg, K. H. (2023). Presence and flow as moderators in xr-based sustainability education. *Sustainability*, *15*(23), 16496.

Mulders, M., Träg, K. H., & Kirner, L. (2025). Go green: evaluating an XR application on biodiversity in German secondary school classrooms. *Instructional Science*, 1-27.

Musaeus, L. H., & Musaeus, P. (2024). Computational Thinking and Modeling: A Quasi-Experimental Study of Learning Transfer. *Education Sciences*, 14(9), 980.

Piedade, J., Dorotea, N., Pedro, A., & Matos, J. F. (2020). On teaching programming fundamentals and computational thinking with educational robotics: A didactic experience with pre-service teachers. *Education Sciences, 10*(9), 214.

Porte, L., Boucheix, J. M., Rapet, L., Drai-Zerbib, V. & Martinez J. L. (2024) Immersive virtual reality for learning about ecosystems: effect of two signaling levels and feedback on action decisions. *Frontiers in Psychology*. *15*, 1359071. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1359071

Tay, A. (2021, 15 de junio). Playing devil's advocate - Why the newly popular literature mapping tools may not be useful for the average researcher. *Musings About Librarianship.* http://musingsaboutlibrarianship.blogspot.com/2021/06/playing-devils-adovcate-why-newly.html

Westerlaken, M. (2024). Digital twins and the digital logics of biodiversity. *Social Studies of Science, 54*(4), 575-597.

Yli-Panula, E., Jeronen, E., Lemmetty, P., & Pauna, A. (2018). Teaching Methods in Biology Promoting *Biodiversity Education. Sustainability, 10*(10), 3812. https://doi.org/10.3390/su10103812

Para citar este artículo:

Alarcón Busquet, L., & Lorca Marín, A. A. El Pensamiento Computacional y la Realidad Extendida en la enseñanza de la biodiversidad. Una revisión con Litmaps y NotebookLM. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 6. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4549

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

La protección de la infancia en la sociedad digital: las voces del alumnado de educación primaria como protagonistas

Child protection in the digital society: primary school students' voices as protagonists

Ainara Moreno-Gonzalez (A.M.-G.). Universitat de Barcelona (España)

Pablo Rivera-Vargas (P.R.-V.). Universitat de Barcelona (España)

Diego Calderón-Garrido (D.C.-G.). Universitat de Barcelona (España)

RESUMEN

INTRODUCCIÓN. Actualmente, resulta difícil imaginar la educación sin tecnologías digitales, en un contexto de progresiva digitalización de la vida educativa impulsada por la expansión de plataformas y entornos digitales en las últimas décadas. Este proceso ha transformado tanto las prácticas escolares como los imaginarios vinculados a lo digital, planteando interrogantes sobre la protección que recibe la infancia en estos entornos. En este marco, el artículo pretende conocer las percepciones del alumnado de educación primaria en Cataluña respecto a la protección que se les brinda en la sociedad digital por parte de sus figuras de referencia. MÉTODO. Se realizó un estudio cualitativo basado en seis grupos de discusión con 52 estudiantes de último ciclo de primaria en seis escuelas catalanas. El análisis del discurso se centró en las figuras de referencia que emergieron en sus narrativas en relación con la protección digital. RESULTADOS. El alumnado identifica cuatro agentes clave: centros educativos, profesorado, familias y corporaciones tecnológicas, depositando mayor confianza en los dos primeros por su función de control y supervisión. DISCUSIÓN. Las percepciones varían según el agente, siendo las corporaciones tecnológicas las que suscitan más ambivalencias. Destaca, además, la ausencia de la administración pública en los discursos estudiantiles.

ABSTRACT

INTRODUCTION. Nowadays, it is difficult to imagine education without digital technologies, in a context of progressive digitalization of educational life driven by the expansion of digital platforms and infrastructures over recent decades. This process has transformed both school practices and the imaginaries associated with digital technology, raising questions about the protection offered to children in these environments. In this context, the article explores the perceptions of primary school students in Catalonia regarding the protection they receive in the digital society from their main reference figures. METHOD. A qualitative study was conducted through six focus groups with 52 students in the final cycle of primary education across six Catalan schools. A discourse analysis was carried out, focusing on the reference figures that emerged in students' narratives concerning digital protection. RESULTS. The findings show that students identify four key agents: schools, teachers, families, and technology corporations, placing greater trust in the first wo due to their role in supervision and control. DISCUSSION. Perceptions differ depending on the agent, with technological corporations generating the most ambivalent views. Moreover, the absence of public administration as a protective figure is particularly noteworthy in students' discourses.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

Tecnología educativa, estudiantes, educación primaria, percepción, confianza
Technology education, students, primary school, perception, trust

DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4623

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 00-00-2020
Aceptado: 00-00-2020

1. INTRODUCCIÓN

La digitalización de la educación constituye un proceso en expansión que, aunque no es reciente, ha adquirido una centralidad creciente en los debates contemporáneos sobre transformación educativa. Su avance se ha visto intensificado a partir de la crisis provocada por la pandemia de la COVID-19, que actuó como un factor de aceleración en la incorporación masiva de herramientas digitales con el fin de garantizar la continuidad pedagógica. Esta etapa, identificada como enseñanza remota de emergencia (Cobo-Romani & Rivera-Vargas, 2022), se inscribe en procesos previos de transformación digital ya en curso y contribuyó a visibilizar y expandir dinámicas de digitalización educativa que venían desarrollándose con anterioridad (Williamson et al., 2020).

En este contexto, las plataformas digitales asumen un rol estructural en las escuelas. Lejos de ser simples herramientas, contribuyen a configurar los imaginarios asociados a la innovación educativa y al proceso de transformación digital (Poell et al., 2019; Decuypere et al., 2021; Schenone, 2022). Este fenómeno, descrito por van Dijck et al. (2018) como "plataformización de la educación", se entiende como la mediación creciente de las actividades escolares por parte de plataformas digitales que operan bajo lógicas técnicas, normativas y comerciales.

Aunque la plataformización ofrece beneficios como la personalización del aprendizaje, el seguimiento del progreso o la mejora de la gestión institucional (Cobo & Rivera-Vargas, 2023), también plantea dilemas éticos vinculados a la equidad, la privacidad y el control de los datos generados por el alumnado (Raffaghelli, 2019). Para afrontarlos, diversas instancias supranacionales y nacionales han impulsado normativas que buscan garantizar derechos en entornos digitales (Vuorikari, 2022; Parlamento Europeo y del Consejo, 2023; Rivera-Vargas et al., 2024). Este proceso se inserta en una transformación mayor descrita por Zuboff (2020) como “capitalismo de la vigilancia”, basado en la extracción y comercialización de datos.

Desde la investigación socioeducativa se han comenzado a explorar, de forma sistemática, las implicaciones de la plataformización, entendida como una reconfiguración de las prácticas pedagógicas, organizativas y comunicativas de las escuelas, que introduce nuevas lógicas de control y performatividad ligadas a infraestructuras corporativas (Peraza & Jarquín, 2023; Rivera-Vargas et al., 2023). Bajo un enfoque crítico, se advierte que muchas políticas de digitalización responden a lógicas de mercado más que a principios de justicia social, derechos o bien común (Pangrazio & Selwyn, 2020; Perrotta et al., 2021; Apple, 2022; Perrotta & Pangrazio, 2023; Rivera-Vargas et al., 2024). Esta orientación ha impulsado demandas de respuestas normativas más ajustadas, especialmente en relación con la infancia y la escolarización (Vuorikari, 2022; Parlamento Europeo y del Consejo, 2023; Rivera-Vargas et al., 2024).

Otras investigaciones se han centrado en los usos escolares de la tecnología digital. La evidencia indica que el alumnado las emplea principalmente con fines lúdicos y de socialización (Chacón et al., 2022), aunque en algunos contextos también promueven aprendizajes autónomos y exploratorios (Burbat, 2016; Ramírez-Ramírez et al., 2020; Ahmad et al., 2023; Peraza & Jarquín, 2023). Estos usos se justifican por su funcionalidad para estudiantes, docentes y familias (Yazici & Özerbaş, 2021; Courtney et al., 2022; DiGiacomo et al., 2022), aunque esta visión pragmática despolitiza la implementación tecnológica e invisibiliza sus condicionantes estructurales.

Un tercer eje de análisis se relaciona con los niveles de alfabetización digital crítica del alumnado. Aunque expuestos cotidianamente a entornos digitales, estudios evidencian una comprensión limitada de los procesos de datificación de las plataformas y de su impacto en derechos, identidades y privacidad (Pangrazio & Cardozo-Gaibisso, 2020; Höper & Schulte, 2023). Esta situación se agrava por la escasa formación de docentes, directivos y familias en temas como protección de datos, algoritmos o privacidad digital (Feldman & Czerniewicz, 2023; Lupton, 2021; Jarquín-Ramírez & Díez-Gutiérrez, 2022), configurando un escenario de vulnerabilidad estructural en el ámbito escolar (Oloo, 2021).

Por otro lado, buena parte de la producción académica sobre digitalización educativa presenta un enfoque adultocéntrico. La mayoría de los estudios se concentra en marcos regulatorios, diseño de políticas o percepciones de actores adultos como directivos, docentes o familias (Chacón et al., 2022; Jarquín-Ramírez & Díez-Gutiérrez, 2022; Vuorikari et al., 2022; Courtney et al., 2022; DiGiacomo et al., 2022; Rivera-Vargas et al., 2024). Las investigaciones que priorizan las voces infantiles siguen siendo escasas, a pesar de que algunos estudios han demostrado su capacidad para construir sentidos y posicionarse frente a la digitalización (Agirre & Olaskoaga, 2014). Esta omisión epistemológica limita la comprensión situada del fenómeno y reduce las posibilidades de formular respuestas pedagógicas y políticas más ajustadas a las experiencias concretas del alumnado (Batallán & Campanini, 2008; De la Jara Morales, 2018).

En diálogo con estas tensiones, el presente artículo se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿de qué manera el alumnado de educación primaria en Cataluña interpreta y valora las formas de protección que se le ofrecen en la sociedad digital por parte de las distintas figuras de referencia implicadas en su escolarización? El análisis se enfoca en las figuras señaladas por el propio alumnado como relevantes en su experiencia escolar digitalizada, considerando los sentidos que les atribuyen y su relación con los mecanismos de cuidado y acompañamiento en entornos mediados por tecnologías digitales. Esta aproximación permite contribuir a una comprensión situada de la protección de la infancia en la escuela contemporánea, incorporando la agencia epistémica del alumnado como componente central en el análisis crítico de la sociedad digital.

2. MÉTODO

Este estudio adopta una metodología cualitativa, orientada a comprender cómo el alumnado de educación primaria construye sentido en torno a su experiencia cotidiana con las tecnologías digitales en contextos escolares. El análisis se centra en los discursos del propio alumnado para explorar cómo y de qué manera perciben y articulan, desde sus propias voces, las representaciones de los distintos actores con potestad para protegerlos en la sociedad digital. En línea con la literatura reciente sobre investigación cualitativa con infancias, se subraya la importancia de reconocer al alumnado como agentes activos en la construcción de significados y de garantizar prácticas éticas y participativas a lo largo del proceso de investigación (Lomax & Smith, 2024; Schweiger, 2024).

De cara a abordar la pregunta que guía el estudio, se optó por la técnica de grupos de discusión, una estrategia metodológica que permite acceder a los marcos de sentido compartidos y a la construcción colectiva de significados en torno a una temática específica (Valles, 1997). Esta

técnica ha resultado especialmente adecuada para captar las representaciones sociales del alumnado, ya que favorece la interacción entre iguales y estimula la expresión de puntos de vista diversos, facilitando la emergencia de discursos situados y contextualizados. El grupo de discusión incluyó dos dinámicas diferentes, adaptadas al alumnado, con edades entre los 10 y los 12 años. Por un lado, la primera de las dinámicas consistía en seleccionar tres imágenes, de un total de 24 imágenes relacionadas con el uso de tecnologías digitales en la escuela, en función de su capacidad para representar la forma en la que el alumnado la utiliza en contextos educativos. Para ello, disponían de cinco minutos para realizar la elección y diez minutos de debate colectivo para exponer sus argumentos. Seguidamente se muestra un ejemplo de una de las imágenes que el alumnado podía elegir en esta dinámica.

Figura 1.

Ejemplo de imagen a elegir en los grupos de discusión (primera dinámica).



Fuente: Generación a través de Inteligencia Artificial Generativa

Por otro lado, en la segunda dinámica, el alumnado debía elaborar dos dibujos bajo las siguientes consignas: (1) ¿Qué os gusta de utilizar tecnologías digitales en la escuela o en casa cuándo realizáis tareas educativas?; (2) ¿Qué no os gusta u os da miedo de utilizar tecnologías digitales en el colegio o en casa cuándo realizáis tareas educativas? Para realizar estos dibujos, el alumnado contaba con 15 minutos y después se ponía en común con el resto de las personas participantes durante otros 15 minutos. A continuación, se expone un ejemplo de los dibujos que realizaron los participantes de la investigación.

Figura 2

Ejemplo de los dibujos que realizaron los participantes.



Fuente: Creado por los alumnos que participaron en los grupos de discusión.

La selección de las escuelas participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico de carácter intencional, orientado a la pertinencia respecto a los objetivos del estudio y a la diversidad de los contextos analizados (Stake, 2005). En este sentido, se contó con la participación de seis centros educativos que atendían a los criterios de inclusión y exclusión expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 1

Criterios de inclusión y exclusión de la muestra

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
I1. Los centros educativos deben contar con educación primaria	E1. Los centros educativos no cuentan con educación primaria
I2. Escuelas de titularidad pública o concertada	E2. Escuelas de titularidad privada
I3. Diversidad en el nivel socioeconómico	
I4. Al menos un centro debe estar catalogado como de máxima complejidad	
I5. Deben contar con dispositivos tecnológicos propios para el alumnado	E3. No cuentan con dispositivos tecnológicos propios para el alumnado
I6. Debe ser alumnado que este cursando el último ciclo de educación primaria	E4. El alumnado no se encuentra cursando el último ciclo de educación primaria
I7. El alumnado debe tener entre 10 y 12 años de edad	E5. El alumnado no tiene entre 10 y 12 años de edad
I8. Disposición a participar en el estudio	E6. No hay disposición a participar en el estudio
I9. Firma de los consentimientos informados por parte de las familias	E7. Las familias no firman los consentimientos informados
I10. Firma de los asentimientos informados por parte del alumnado	E8. El alumnado no firma los asentimientos informados

En total, se llevaron a cabo seis grupos de discusión donde participaron 52 estudiantes de educación primaria en seis escuelas de Cataluña[1], lo que permitió recoger una diversidad de voces y experiencias desde una aproximación participativa[2]. A continuación, se presenta la tabla de caracterización de las escuelas que participaron en los grupos de discusión, así como el total de participantes por cada uno de los centros educativos.

Tabla 2

Caracterización de las escuelas participantes en los grupos de discusión

Identificador	Titularidad	Complejidad[3]	Contexto	Provincia	Participantes	Género
Escuela Viento	Pública	Baja complejidad	Rural	Lleida	13	7 niños y 6 niñas
Escuela Invierno	Pública	Máxima complejidad	Urbano	Barcelona	6	3 niños y 3 niñas
Escuela Lluvia	Concertada	Baja complejidad	Urbano	Barcelona	8	2 niños y 6 niñas
Escuela Niebla	Pública	Baja complejidad	Urbano	Barcelona	8	4 niños y 4 niñas
Escuela Nube	Pública	Baja complejidad	Urbano	Barcelona	10	6 niños y 4 niñas
Escuela Sol	Pública	Máxima complejidad	Urbano	Barcelona	7	4 niños y 3 niñas

Fuente: Creación propia.

En relación con el análisis de los datos, estos fueron codificados y analizados a través del software Atlas.ti[4]. Este se realizó a partir de un enfoque de análisis del discurso, entendido desde la perspectiva de Wetherell & Potter (1998), quienes conciben el discurso como una práctica social que configura y sostiene relaciones de poder. El proceso de codificación se desarrolló de manera iterativa, a partir de una primera lectura comprensiva de los materiales, en la que se identificaron unidades de significado relevantes en las narrativas del alumnado. Estas unidades fueron agrupándose progresivamente en categorías analíticas como, por ejemplo, supervisión, control y acompañamiento, entre otras. Esto se hizo en función de los actores a los que se asociaban roles protectores en el entorno digital: la escuela, el profesorado, las familias y las corporaciones tecnológicas. Este enfoque permitió identificar como el

[1] Este trabajo también forma parte del proyecto I+D+i "Plataformas digitales y ratificación en la educación primaria en España: la protección de la infancia en un contexto de digitalización educativa" (PID2022-137033NA-I00).

[2] Aunque no se recogieron datos sistemáticos sobre el perfil individual del uso tecnológico del alumnado, todos los centros participantes integraban el uso de tecnologías digitales en sus prácticas educativas, lo que nos permite asumir una moderada familiaridad del alumnado con estos entornos.

[3] En Cataluña, el "índice de complejidad escolar" identifica a los centros con mayor vulnerabilidad socioeducativa a partir de indicadores como: nivel socioeconómico, orígenes migrantes o necesidades educativas especiales. Estos centros reciben apoyos y recursos adicionales, sin que ello implique una menor calidad pedagógica, con el objetivo de promover la equidad y dar respuesta a los desafíos estructurales.

[4] Licencia Atlas.ti de la Universitat de Barcelona.

alumnado construye discursivamente estas figuras, asignándoles responsabilidades y expectativas a cada una de ellas. En línea con la propuesta de Íñiguez & Antaki (1994), el discurso fue abordado como un conjunto de prácticas lingüísticas que reflejan y mantienen determinadas relaciones sociales. Así, el análisis no solo permitió captar las percepciones explícitas del alumnado, sino también desentrañar los marcos simbólicos desde los que se configuran las relaciones de protección, confianza, seguridad y vulnerabilidad en el espacio digital. Respecto al análisis de los resultados estos se organizaron en función de las diferentes figuras de referencia que fueron reconocidas por el alumnado en sus discursos como agentes de protección: centros educativos, profesorado, familias y corporaciones tecnológicas.

2.1. Declaración ética

El estudio fue aprobado por el Comité de Bioética de la Universitat de Barcelona y se desarrolló bajo un protocolo ético que incluyó consentimiento informado familiar, asentimiento del alumnado y anonimización de datos, centros y participantes. Estas medidas se aplicaron antes y después del trabajo de campo, garantizando la confidencialidad de la información. En cuanto a los datos personales, se cumplieron las normativas internacionales, incluido el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), asegurando un tratamiento seguro y anónimo. Asimismo, se atendió al uso de tecnologías, especialmente en la creación de imágenes para la primera dinámica, valorando y contrarrestando los sesgos de la inteligencia artificial generativa. Para ello, durante la creación de las imágenes se incorporaron indicaciones específicas para garantizar la representación de niños y niñas, así como la diversidad étnica. Posteriormente, el material fue revisado por el equipo investigador, atendiendo a criterios de diversidad y evitando la inclusión de estereotipos en términos de roles de género.

3. RESULTADOS

Este apartado expone los principales hallazgos del estudio, reconstruidos a partir de los relatos y posicionamientos expresados por el alumnado, que reflejan distintos niveles de confianza y formas de interacción con los actores implicados en su protección digital. Las categorías analíticas —centros educativos, profesorado, familias y corporaciones tecnológicas—permiten observar cómo se configuran discursos que describen prácticas y expresan valoraciones, tensiones y legitimaciones respecto a la función protectora de cada agente identificado en los discursos del alumnado. A continuación, se presentan los resultados organizados en estas categorías, destacando los elementos más significativos que emergen del análisis de las percepciones del alumnado en el contexto de la sociedad digital.

3.1. Centro educativo

En el discurso del alumnado sobre los centros educativos, estos emergieron como la única institución reconocida con un papel activo en su protección dentro de los entornos digitales. Esta idea aparece reiteradamente a lo largo de los discursos, permitiendo identificar una representación compartida que sitúa a la escuela como un espacio regulador y de control ante los riesgos de la sociedad digital.

Asimismo, se configuró como una de las figuras en las que el alumnado deposita mayor confianza respecto a su protección dentro de la sociedad digital, como indica el siguiente fragmento:

> E2: ¿Dónde os sentís más protegidos para estar en internet, en casa o en el cole?; Varias personas: En el cole; E2: ¿Por qué?; P8: Porque el cole está más protegido para que no te entren virus, en cambio en casa, yo no tengo tanta seguridad. (Escuela Viento)

En esta línea, el estudiantado construyó un discurso donde la confianza en la institución escolar se articula en torno a dos elementos principales: por un lado, las restricciones normativas que limitan el acceso o el uso de determinadas herramientas o contenidos, como expone esta cita: "P3: Yo a veces no le puedo dar like a un vídeo ¿sabes?; E2: ¿Por qué no le puedes dar like? [...] P3: Porque el colegio no nos deja" (Escuela Niebla); y, por otro lado, la presencia de mecanismos de control y supervisión implementados en el contexto escolar, como menciona esta cita: "Que nos puedan mirar el historial y puedan ver las veces que estamos haciendo deberes o estamos viendo cosas [...] o jugando" (Escuela Invierno, P4).

Ambos aspectos fueron percibidos como manifestaciones concretas de protección, y se encuentran estrechamente vinculados en la narrativa del alumnado. Aunque algunas voces expresan cierta ambivalencia – particularmente en lo que respecta al carácter restrictivo o invasivo de estas medidas – el discurso generalizado sugirió que tales prácticas contribuyen a generar un entorno seguro, lo que refuerza la confianza depositada en el centro educativo como agente activo de cuidado en la sociedad digital.

Sin embargo, esta visión no es homogénea entre todos los participantes. A pesar de reconocer el objetivo protector de estas medidas, parte del alumnado mostró cierta incomodidad ante lo que perciben como un nivel de control excesivo, como muestra la siguiente cita: "[...] es decir, está bien que nos revisen las cuentas, pero hay veces que se revisan cuentas cuando tú no has hecho nada" (Escuela Lluvia, P5). Desde esta perspectiva, se cuestionó hasta qué punto dichas restricciones pueden llegar a invadir su autonomía o limitar su capacidad de decisión en entornos digitales. Aun así, incluso quienes criticaron, en algunos casos, la intensidad del control parecía comprender las razones que lo motivan y aceptaron su legitimidad dentro del contexto escolar, como refleja este extracto: "Para nosotros es como un control para [...] para revisar" (Escuela Lluvia, P3).

Además, los discursos analizados evidenciaron que los centros educativos no solo actúan como espacios de regulación, sino también como agentes encargados de proporcionar formación en materia de protección en la sociedad digital, mediante la colaboración de terceros especializados, como los cuerpos de seguridad del Estado o profesionales externos que imparten talleres. Estas intervenciones formativas, aunque no siempre continuas, abordan aspectos clave relacionados con la protección de la infancia en el entorno digital y complementan la acción institucional con contenidos de carácter preventivo.

> E1: Y ¿os han hecho alguna formación sobre cómo proteger vuestras cuentas?; [...] P8: Es un juego, de un personaje que se llama Winterland, y hay 4 islas y una que es la isla del tesoro [...] y vas cogiendo mensajes o señales, datos del móvil, contraseñas, y vas cogiendo estas cosas [...] primero te dice, las contraseñas deben tener como mínimo

> tantos dígitos [...] después tienes que combinar mayúsculas y minúsculas y después tienes que poner números o cosas raras. (Escuela Nube)

3.2. Profesorado

Del análisis del discurso del alumnado se desprendió la representación clara del profesorado como agente clave en su protección dentro de los entornos digitales, desempeñando un rol dual. Por un lado, como figuras de control y supervisión

> También creo que, además, la profesora de informática todo lo que enviamos lo puede ver [...] me parece que sí. Es como que tiene una consola que puede controlar lo que hacemos. Por ejemplo, si entramos en un sitio que no se puede, lo puede bloquear. (Escuela Nube, P9)

Y, por otro lado, como formadores en el uso y la comprensión de las tecnologías digitales como refleja este comentario: “A mí me llegó una notificación rara, pero el profesor [nom bre] me dijo que no pasaba nada” (Escuela Niebla, P5). Esta doble función se manifestó reiteradamente en los discursos del alumnado, que no solo acepta, sino que valora y legitima la autoridad del profesorado en la regulación de comportamientos digitales y en la enseñanza sobre el uso de herramientas digitales. Esta legitimidad otorga al profesorado una presencia activa y significativa en la configuración de percepciones del alumnado.

La dimensión formativa apareció asociada, principalmente, a acciones de carácter instrumental, centradas en el uso operativo de las tecnologías en el contexto educativo. Estas se desarrollaron, en su mayoría, en el marco del día a día en el aula, a veces de forma espontánea, como expone esta cita: “Yo lo sé de la profesora de inglés [...] porque hicimos un Kahoot y vimos que se podía hacer, porque había un link que ponía “crea tu propio Kahoot””(Escuela Nube, P7); y, otras a través de intervenciones estructuradas, tal como subyace del comentario: E2: [...] la de matemáticas, perdón, ¿también les enseñaron a utilizarla? P4: [...] Sí, sí. E2: ¿Vino alguien a formar? Varias personas: No, no. E2: ¿Quién les enseñó entonces? P2: El profesor [nombre]. (Escuela Invierno)

No obstante, el análisis permitió identificar ciertas prácticas docentes que, aunque puntuales, apuntaban hacia una formación crítica, orientada a promover una reflexión sobre los riesgos, responsabilidades y usos conscientes de las tecnologías digitales, como expresa este extracto: “Los profesores dicen que son buenos, pero que si te sale [cookies], pues que las rechaces. Es mejor” (Escuela Lluvia, P3).

3.3. Familia

El análisis del discurso del alumnado permitió identificar una representación de las familias como figuras de referencia en el proceso de protección dentro de la sociedad digital vinculada al ámbito del hogar, como muestra esta cita: “Pero cuando estas en casa... en casa se responsabilizan los padres” (Escuela Lluvia, P3). Como sucedió con el profesorado, las familias fueron reconocidas por el estudiantado como figuras que influyen en la construcción de sus percepciones sobre el uso de tecnología. Esta influencia se materializó en la transmisión de normas, prácticas y valores, tal como subyace del comentario: “Por ejemplo, en casa [...] en la

cámara de los ordenadores [...] mis padres tienen una pegatina" (Escuela Viento, P11); y en el acompañamiento ante situaciones de duda o conflicto en el espacio digital, como refleja este fragmento: "Mejor que preguntes a los adultos si vas a compartir datos personales, ya sea el nombre, el mail, la edad, la ubicación, el teléfono..." (Escuela Lluvia, P3). En este sentido, los discursos reflejaron que el estudiantado acude a sus familias en busca de orientación y ayuda cuando se enfrenta a situaciones que no sabe cómo gestionar, lo que evidencia una atribución de legitimidad y confianza hacia su rol protector.

> E1: Y en casa, ¿cuándo lo usáis? P2: En casa, con Instagram no. E1: ¿Por qué? P2: Porque nos empiezan a hablar desconocidos. E1: Y cuando pasa eso, ¿qué haces? P2: Pues se lo digo a mi madre. Y encima que yo tengo cuenta privada. (Escuela Invierno)

A pesar de ello, aunque se reconoció el hogar como un espacio donde las familias ejercen control sobre el uso de dispositivos y contenidos, el alumnado no manifestó sentirse tan protegido como en el contexto educativo formal.

> E2: ¿En qué lugar os sentís menos seguros usando ordenadores y...? P6: Igual mi casa. [...] En el colegio hay más control, tipo...no nos dejan. [...] E1: Y en casa no. En casa podéis entrar... P2: Claro. Y te puede entrar algún virus o alguna cosa. E1: [...] ¿Todos os sentís más seguros en el cole que en casa? Varias personas: Sí, sí. (Escuela Sol)

Este matiz en su discurso planteó una diferencia en la valoración que hace el alumnado sobre los distintos agentes implicados en su protección en el entorno digital. En este sentido, conocen las limitaciones en seguridad y control que hay en el hogar respecto a la escuela tal como subyace del comentario: "[...] mis padres no pueden ver lo que hago" (Escuela Invierno, P2).

Asimismo, el papel atribuido a las familias se vinculó, generalmente, al uso de tecnología con fines no académicos, como refleja esta cita: "Yo, por ejemplo, lo he utilizado [ChatGPT] con mi padre, porque cuando estamos haciendo bromas y eso, por ejemplo, buscamos ponme un poema sobre, por ejemplo, mi hermana [...] Entonces, bueno hace un poema y es para reírnos" (Escuela Lluvia, P7). Esta diferenciación sitúa a las familias en un rol más centrado en la gestión cotidiana de la tecnología fuera del ámbito escolar, donde se espera de ellas un ejercicio de control parental. Los discursos mostraron que el alumnado comprende y normaliza el control parental como parte del ámbito familiar.

> P3: [...] pues tus padres ¿no? bueno, te ponen como un límite de tiempo, un límite de que redes tienes que buscar, cosas que puedes hacer, que no. O sea, un control parental es como para asegurar que buscas cosas correctas o que, o sea, no haces nada. P7: Por ejemplo, mi hermana [...] tiene el móvil ya, pero le han puesto control parental y para instalarse una aplicación tiene que pedir permiso por el teléfono a mis padres [...] hace que mi hermana tenga más vigilancia. (Escuela Lluvia)

3.4. Corporaciones tecnológicas

El discurso del alumnado sobre las corporaciones tecnológicas reveló una diversidad de posiciones y niveles de conciencia respecto al papel que estas juegan en su protección dentro de los entornos digitales. A diferencia de los otros agentes que se han identificado en esta

investigación, el papel de estas apareció en los discursos de forma más difusa, fragmentada e incluso ausente.

Parte del alumnado asumió que, si ciertas plataformas o aplicaciones están presentes en el ámbito escolar, es porque son espacios seguros, trasladando así la responsabilidad de su validación a la escuela, como muestra el siguiente extracto: "E2: ¿Por qué creen que Google está en la escuela? P1: Porque es más seguro. P3: Porque es más seguro que todas las otras" (Escuela Lluvia). Esta percepción reflejó, una vez más, la confianza que deposita el alumnado en la escuela. Además, se percibió a la empresa Google como un agente que contribuye activamente a la seguridad del usuario, como expresa este fragmento: "A ver, a veces el mismo Google nos avisa de que es una web peligrosa y no nos deja entrar" (Escuela Sol, P2). Esta función específica de alerta otorga a la plataforma un estatus de confianza en algunos de los discursos del alumnado.

En contraste, otros discursos del estudiantado manifestaron no haberse planteado nunca cuál es la implicación de estas corporaciones en su seguridad en línea, como muestra este extracto: "E2: [...] todo lo que está en el Drive. Cuando ustedes están ahí dentro se generan datos. Esos datos son para Google. ¿Alguna vez os habéis preguntado que hace Google con esos datos? Varias personas: No." (Escuela Sol). Este hecho pone en relieve una invisibilidad discursiva de las corporaciones tecnológicas como actor con capacidad de intervención, tanto positiva como negativa, en sus experiencias de protección en la sociedad digital.

No obstante, al mismo tiempo, emergieron discursos más conscientes y críticos, en los que el alumnado mostró algunas nociones por las que las corporaciones tecnológicas pueden jugar un papel importante en su protección en espacios digitales, como expone esta cita:

> P5: Creo que Google se queda tus datos y a veces los puede vender. E2: ¿Y qué os parece eso? P1: Mal. [...] P2: Publicidad engañosa [...] E1: ¿Y si, por ejemplo, lo que usa es como te comportas en internet? P1: A ver, eso depende. (Escuela Nube)

En paralelo, se identificaron algunas voces que, si bien son minoritarias, legitiman la falta de responsabilidad de estas empresas en términos de protección, argumentando que el carácter gratuito de sus servicios conlleva entregar algo a cambio. Esta postura introduce un componente de naturalización de la lógica del mercado digital, donde la gratuidad se intercambia por datos.

> [...] si no son datos muy importantes [...] como contraseñas, IPs o cosas de estas, si es solo mi número de teléfono, pues puedo entender que Google, al ser un navegador gratuito necesite dinero para vender, o sea, le estás vendiendo tu número de teléfono para que después compañías como Jazztel te llamen, pero descuelgas y ya está. Al final estas usando un navegador gratuito y gracias a que les das tu número de teléfono puedes usarlo. (Escuela Nube, P1)

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En esta investigación se ha analizado cómo el alumnado construye y reconoce sentidos sobre quiénes lo protegen en la sociedad digital, la manera en que lo hacen y con qué efectos. La

protección, lejos de entenderse como una acción unidireccional, se manifiesta de forma contextualizada en espacios concretos y está mediada por relaciones de poder, confianza, autoridad y vigilancia. En este entramado intervienen distintos actores con diversos niveles de implicación y reconocimiento, configurando entornos digitales seguros, aunque marcados por tensiones y ambivalencias.

Uno de los hallazgos más relevantes es la centralidad que el alumnado otorga a la escuela como espacio de protección. Esta percepción de seguridad está íntimamente ligada a las normas, los filtros de acceso y las restricciones técnicas que se aplican en las aulas, configurando un imaginario donde la protección se asocia con el control. Esta asociación no es menor, ya que pone de manifiesto como el discurso institucional se respalda en la contención y la regulación, más que en la autonomía crítica. Este enfoque, en general, no suele ser cuestionado por el alumnado, sino valorado por su capacidad de evitar riesgos, aunque estos no sean siempre plenamente comprendidos. Esta aceptación revela un consenso que se alinea con las advertencias de Zuboff (2020), Pangrazio & Selwyn (2020) y Lupton (2021), quienes alertan sobre cómo el discurso de la protección puede transformarse fácilmente en un mecanismo de normalización de la vigilancia, en especial cuando no va acompañado de un desarrollo crítico sobre la tecnología digital, desdibujando, de esta manera, las fronteras entre cuidado y supervisión.

La confianza depositada en la escuela no es ciega, sino fruto de una experiencia cotidiana en la que el profesorado emerge como figura legitimada tanto para enseñar como para restringir. El alumnado no solo valora que sus profesores les indiquen qué deben hacer o qué deben evitar en los espacios digitales, sino que interpretan estos gestos como manifestaciones legítimas de cuidado. Este hecho pone de manifiesto, que, en este caso, el alumnado se siente más protegido bajo un modelo de protección entendido desde la autoridad y la norma. La legitimidad del profesorado como figura protectora, asociada a su cercanía, disponibilidad y conocimiento, se alinea con los planteamientos que destacan la importancia de los vínculos pedagógicos en la construcción de la ciudadanía digital (Decuypere et al., 2021; Vuorikari, 2022).

En esta línea, el profesorado es percibido como un agente protector tanto por su función normativa como por su rol educativo. Sin embargo, las percepciones del alumnado evidencian que esa educación digital ofrecida en el aula tiende hacia lo instrumental: saber cómo entregar tareas, cómo utilizar aplicaciones, pero rara vez se orienta hacia una alfabetización crítica que permita comprender las estructuras de poder que operan detrás de los dispositivos y las plataformas digitales. Este discurso está alineado con algunas investigaciones como las de Pangrazio & Selwyn (2020) y Rivera-Vargas et al. (2024) que han evidenciado la incorporación reactiva, más que estratégica, de iniciativas de alfabetización digital crítica en contextos educativos.

Asimismo, este hallazgo dialoga con las aportaciones de Raffaghelli (2020) y Apple (2022), quienes subrayan la necesidad de ampliar la mirada sobre la competencia digital, incorporando dimensiones éticas y críticas que reconozcan el papel de las personas como ciudadanos digitales, especialmente el papel de la infancia. En los discursos del alumnado apenas emergen referencias a derechos digitales, a la noción de privacidad o a los modos en que sus datos pueden ser recopilados y utilizados. La protección, tal y como la viven y transmiten, no se vincula con un enfoque de derechos, sino con la presencia de adultos que actúan como

mediadores y supervisores. Esta visión revela la falta de formación relativa a la ciudadanía digital, tal como promueven las directrices europeas que exigen una educación digital integral, activa y contextualizada (Parlamento Europeo y del Consejo, 2023).

En cuanto a las familias, estas son identificadas por el alumnado como figuras protectoras en el ámbito doméstico, pero su rol es percibido como más afectivo que formativo. El alumnado no manifiesta el mismo grado de confianza en el uso de tecnología digital en el hogar que en el contexto escolar. Esta desconfianza se relaciona con la percepción de que el uso de tecnología digital en casa se encuentra más vinculado al ocio, y no tanto a actividades de aprendizaje, tal y como se expone en el estudio de Chacón et al. (2022). Por tanto, aunque el alumnado valora su presencia, su advertencia y su cuidado, no le reconoce, a la familia, una función pedagógica sistemática respecto al uso de tecnologías digitales (Livingstone et al., 2019), donde se constata, al igual que en otros estudios, que muchas familias no cuentan con las herramientas necesarias para acompañar adecuadamente a sus hijos en los entornos digitales, ya sea por falta de conocimientos o por desconocimiento de los riesgos (Chacón et al., 2022; Jarquín-Ramírez & Díez-Gutiérrez, 2022).

Aun así, existe claridad en el alumnado sobre la función de control parental que ejercen las familias. Este hecho concuerda con lo que se expone en la Ley Orgánica 8/2021, de protección integral a la infancia y adolescencia frente a la violencia, donde se otorga a la familia la función de proteger a sus hijos e hijas en la sociedad digital a través de estos mecanismos. En esta línea, el hogar se configura como un espacio de protección afectiva, pero no siempre como un entorno de formación crítica, lo que refuerza la necesidad de políticas públicas que integren a las familias en los procesos de alfabetización digital, fortaleciendo sus capacidades, no solo desde una lógica de control, sino también desde el diálogo, el acompañamiento y la educación crítica.

Otro hallazgo relevante es el papel que ocupan las corporaciones tecnológicas en el imaginario infantil. Aquí, las percepciones oscilan entre la confianza acrítica y la sospecha latente. Algunas plataformas, como Google o YouTube, son vistas como aliados útiles en el entorno escolar, y su presencia en el aula parece conferirles una legitimidad automática. Para muchos alumnos, si una herramienta está permitida en clase o es sugerida por el profesorado, entonces es segura. Esta lógica de delegación muestra cómo la escuela actúa como filtro simbólico, validando implícitamente el uso de productos comerciales sin que medie una reflexión explícita sobre su origen o propósito. Dicho discurso, naturaliza la presencia de estas plataformas digitales en el ámbito escolar (Perrotta et al., 2021; Pangrazio & Selwyn, 2020). En ese punto, la “plataformización” educativa opera de forma silenciosa, pero eficaz, integrando las lógicas de mercado en el tejido pedagógico cotidiano.

No obstante, algunos discursos muestran una conciencia incipiente sobre los riesgos que estas plataformas pueden implicar. El alumnado habla de “cookies”, ventanas emergentes, contenido inapropiado, e incluso del uso de los datos personales. Estos relatos, aunque fragmentarios, reflejan que algunos estudiantes han comenzado a construir una narrativa sobre los límites y peligros del entorno digital, aunque esta no siempre se traduce en una comprensión articulada. Es aquí donde la falta de una alfabetización crítica toma especial relevancia, pues los riesgos son percibidos como cuestiones inevitables o incluso aceptables desde el discurso del alumnado, especialmente cuando no se paga por el uso de las

herramientas tecnológicas, reproduciendo de esta forma la lógica del intercambio propia del capitalismo de datos (Zuboff, 2020).

Uno de los silencios más significativos que emerge del estudio es la total ausencia de la administración pública en los discursos del alumnado. Aunque su carácter institucional puede alejarla de la cotidianeidad del alumnado, la falta de reconocimiento de su papel revela un vacío simbólico relevante. Esta invisibilidad resulta preocupante, pues muestra como esta institución ha quedado desplazada por la acción de otras figuras más visibles, reforzando la idea, que ya apuntaban algunos estudios, de una delegación excesiva de la protección digital a otras instituciones como la familia, sin una presencia efectiva, de la administración pública, en el entramado cotidiano de la ciudadanía digital (Apple, 2022; Rivera-Vargas et al., 2024). En este sentido, tal como señalan Perrotta & Pangrazio (2023), el modelo de gobernanza digital actual dominado por actores privados, ha disminuido la capacidad del Estado para presentarse como figura de protección legítima en el contexto educativo. Esta falta de presencia simbólica en el imaginario del alumnado no solo debilita su papel como figura de protección en la sociedad digital, sino que también impide que el alumnado sea capaz de reconocer sus propios derechos como ciudadanos digitales.

En definitiva, y dando respuesta a la pregunta que se planteaba en este estudio sobre cómo percibía el alumnado la protección que se le brinda en la sociedad digital por parte de las distintas figuras de referencia que intervienen en el proceso educativo, los resultados obtenidos contribuyen a mapear el imaginario de protección del alumnado en entornos digitales, profundizando en cómo los discursos del alumnado se configuran en un ecosistema educativo atravesado por la "digitalización masiva" (Williamson et al., 2020), la "plataformización" de la educación (van Dijck et al., 2018) y la expansión del "capitalismo de vigilancia" (Zuboff, 2020). En este contexto, el alumnado reconoce la existencia de mecanismos de protección en el contexto educativo digital, pero estos están principalmente asociados a agentes con los que tienen una relación directa y cotidiana, como el centro educativo y el profesorado. Las familias cumplen un rol más complementario, focalizado en el ámbito doméstico, mientras que las percepciones en torno a las corporaciones tecnológicas son más difusas y ambiguas. La ausencia de la administración pública en los discursos del alumnado pone de manifiesto la necesidad de reforzar su visibilidad en relación con su papel como agente de protección para la infancia en la sociedad digital.

La necesidad de una educación digital integral, crítica y contextualizada es una de las conclusiones más relevantes que puede extraerse de este estudio, en línea con las directrices de la Unión Europea y con los postulados de la ciudadanía digital activa y competente (Parlamento Europeo y del Consejo, 2023). Estos hallazgos sugieren la conveniencia de avanzar hacia estrategias de protección en el ámbito educativo que trasciendan enfoques exclusivamente reguladores o centrados en el control, incorporando de manera estructural la formación crítica del alumnado, la corresponsabilidad entre los distintos agentes educativos y el reconocimiento de la agencia infantil en entornos digitales. En este sentido, los resultados refuerzan la necesidad de integrar estas perspectivas en las políticas de centro y en la formación docente, como parte de una respuesta educativa más coherente con los retos actuales de la sociedad digital.

Por último, las limitaciones del estudio radican en su alcance contextual, pues este se centra en escuelas de educación primaria en Cataluña. Esto puede limitar la generalización de los

resultados a otras regiones o etapas educativas. Asimismo, es necesario tener en cuenta el posible efecto de la deseabilidad social, dado que los grupos de discusión se realizaron en el entorno escolar, lo que podría haber influido en que parte del alumnado expresara discursos alineados con normas o expectativas percibidas. En esta misma línea, las dinámicas propias del grupo pueden haber condicionado la expresión de experiencias individuales más sensibles o de posiciones disidentes. No obstante, el diseño metodológico basado en la interacción entre iguales y en el uso de dinámicas participativas, favoreció la emergencia de posiciones diversas.

Futuros estudios podrían ampliar la muestra a diferentes etapas educativas y territorios para contrastar y enriquecer los hallazgos. Además, podría resultar interesante incorporar y enfrentar las voces de otros agentes, como las familias y el profesorado, con la finalidad de ver cómo se articulan las diferentes visiones sobre la protección de la infancia en entornos digitales. De la misma forma, sería pertinente profundizar en el diseño y evaluación de intervenciones pedagógicas orientadas a la alfabetización crítica en entornos digitales, analizando su impacto en la percepción de protección, autonomía y agencia del alumnado.

5. FINANCIACIÓN

Esta publicación es el resultado del proyecto I+D+i PID2022-137033NA-I00 y de una beca predoctoral FPI, PREP2022-000923, financiados por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, la Agencia Estatal de Investigación/10.13039/501100011022, FEDER/UE y por el Fondo Social Europeo Plus.

6. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, A.M.-G., P.R.-V. y D.C.-G.; curación de datos, A.M.-G.; análisis formal, A.M.-G. y P.R.-V.; adquisición de financiación, A.M.-G. y P.R.-V.; investigación, A.M.-G. y P.R.-V.; metodología, A.M.-G.; administración del proyecto, A.M.-G. y P.R.-V.; recursos, A.M.-G.; supervisión, P.R.-V. y D.C.-G.; validación, A.M.-G. y P.R.-V.; visualización, A.M.-G., P.R.-V. y D.C.-G.; redacción—preparación del borrador original, A.M.-G.; redacción—revisión y edición, A.M.-G., P.R.-V. y D.C.-G.

7. REFERENCIAS

Agirre, B.O.A., & Olaskoaga, L.F. (2014). El programa “escuela 2.0” en la voz del alumnado. En *Investigar para acompañar el cambio educativo y social: el papel de la Universidad: libro de actas*, 181-190.

Ahmad, N. L., Yahaya, R., Wahid, H. A., & Fazil, N. S. M. (2023). Role of social factors, self-efficacy and technological support on the use of virtual learning environment among teachers. *International Journal of Evaluation and Research in Education, 12*(1), 369-376. https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.22628

Apple, M. (2022). Peligros ocultos: COVID-19, mercantilización y pérdida de la perspectiva crítica en educación. *Polifonías: Revista de Educación 21*, 19-31.

Batallán, G., & Campanini, S. (2008). La participación política de niñ@s y jóvenes-adolescentes: Contribución al debate de la democratización de la escuela. *Cuadernos de Antropología Social, 28*, 85-106.

Burbat, R. (2016). El aprendizaje autónomo y las TIC en la enseñanza de una lengua extranjera: ¿Progreso o retroceso? *Porta Linguarum, 26,* 37-51. DOI: 10.30827/Digibug.53922

Chacón, J. P., Reguerio, P. D., & Alonso, A. S. M. (2022). Dilemas y preocupaciones de las familias sobre el uso de recursos educativos digitales en la etapa de la Educación Infantil. *Digital Education Review, 41*, 91-113. https://doi.org/10.1344/der.2022.41.93-113

Cobo-Romani, C., & Rivera-Vargas, P. (2022). Turn off your camera and turn on your privacy: A case study about Zoom and digital education in South American countries. In L. Pangrazio & J. Sefton-green (eds.). *Learning to Live with Datafication Educational Case Studies and Initiatives from Across the World* (pp. 35-60). Routledge. https://doi.org/10.31235/osf.io/yanzw

Cobo, C. y Rivera-Vargas, P. (2023). What is 'algorithmic education' and why do education institutions need to consolidate new capacities? En C. Cobo y A. Rivas (Eds.), *The new digital education policy landscape* (pp. 210-225). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003373018-14

Courtney, S.A., Miller, M.E., & Gisondo, M.J. (2022). The impact of COVID-19 on teachers' integration of digital technology. *Contemporary Educational Technology, 14*(4). https://doi.org/10.30935/cedtech/12420

De la Jara Morales, I. (2018). Adultocentrismo y género como formas negadoras de la cultura infantil. *Revista Saberes Educativos*, (1), 47-67. https://doi.org/10.5354/2452-5014.2018.51604

Decuypere, M., Grimaldi, E., & Landri, P. (2021). Introduction: Critical studies of digital education platforms. *Critical Studies in Education, 62*(1), 1-16. https://doi.org/10.1080/17508487.2020.1866050

DiGiacomo, D.K., Greenhalgh, S., & Barriage, S. (2022). How students and principals understand ClassDojo: Emerging insights. *TechTrends, 66*, 172-184. https://doi.org/10.1007/s11528-021-00640-6

Feldman, J., & Czerniewicz, L. (2023). Transitions in education: Educators, digitalisation, and datafication. *Journal of Education, 92*, 41-57. https://doi.org/10.17159/2520-9868/i92a03

Höper, L., & Schulte, C. (2023). The data awareness framework as part of data literacies in K-12 education. *Information and Learning Sciences, 125*(7), 491-512. https://doi.org/10.1108/ILS-06-2023-0075

Íñiguez, L., & Antaki, C. (1994). Discourse analysis in social psychology. *Boletín de Psicología, 44*, 57-75.

Jarquín-Ramírez, M. R., & Díez-Gutiérrez, E. J. (2022). Google en Iberoamérica:expansión corporativa y capitalismo digital en educación. *Revista Española de Educación Comparada,* (42), 240-260. DOI: 10.5944/reec.42.2023.34322

Ley Orgánica 8/2021, de 4 de junio, de protección integral a la infancia y la adolescencia frente a la violencia. Boletín Oficial del Estado, 134, de 5 de junio de 2021. https://www.boe.es/eli/es/lo/2021/06/04/8/con

Livingstone, S., Kardefelt Winther, D., & Hussein, M. (2019) Global Kids Online Comparative Report. Florence: UNICEF Office of Research – Innocenti.

Lupton, D. (2021). 'Honestly no, I've never looked at it': teachers' understandings and practices related to students' personal data in digitised health and physical education. *Learning, Media and Technology, 46*(3), 281-293. https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1896541

Lomax, H., & Smith, K. (2024). Towards attentive, playful arts-based methodology with children. *Global Studies of Childhood*, *14*(1). https://doi.org/10.1177/20436106241233006

Oloo, O. (2021). Online digital platform use by adolescents in Kenya. *Journal of Children and Media, 16*(3), 1-10. DOI: 10.1080/17482798.2021.1969254

Pangrazio, L., & Cardozo-Gaibisso, L. (2020). Beyond cybersafety: The need to develop social media literacies in pre-teens. *Digital Education Review*, (37), 49-63. https://doi.org/10.1344/der.2020.37.49-63

Pangrazio, L., & Selwyn, N. (2020). Towards a School-Based Critical Data Education. *Pedagogy, Culture & Society, 29*(3), 431-448. https://doi.org/10.1080/14681366.2020.1747527

Parlamento Europeo y del Consejo. (2023). Declaración Europea sobre los Derechos y Principios Digitales para la Década Digital. *Diario Oficial de la Unión Europea.* https://bit.ly/4ekjpWx

Peraza, C., & Jarquín, M. (2023). Digital leap in the New Mexican school since the pandemic lockdown: Challenges for governance and pedagogical processes. *Education Policy Analysis Archives*, *31*(136), 1-28 . https://doi.org/10.14507/epaa.31.7912

Perrotta, C., Gulson, K., Williamson, B., & Witzenberger, K. (2021). Automation, APIs and the Distributed Labour of Platform Pedagogies in Google Classroom. *Critical Studies in Education 62*(1), 97-113. https://doi.org/10.1080/17508487.2020.1855597

Perrotta, C., & Pangrazio, L. (2023). The Critical Study of Digital Platforms and Infrastructures: Current Issues and New Agendas for Education Technology Research. Education *Policy Analysis Archives, 31*(131). https://doi.org/10.14507/epaa.31.7952

Poell, T., Nieborg, D., & Van Dijck, J. (2019). Platformisation. *Internet Policy Review, 8*(4), 1-13. https://doi.org/10.14763/2019.4.1425

Raffaghelli, J. E. (2019). Datificación y Educación Superior: Hacia la construcción de un marco para la alfabetización en datos del profesorado universitario. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, *13*(1), 177-205. https://doi.org/10.15332/25005421/5466

Ramírez-Ramírez, L. N., Claudio-Martínez, C., & Ramírez-Arias, V. (2020). Usabilidad de las TIC en la Enseñanza Secundaria: Investigación-Acción con Docentes y Estudiantes de México. *Revista Científica Hallazgos21*, *5*(1), 85-101.

Rivera-Vargas, P., Jacovkis, J., Herrera-Urízar, G., Calderón-Garrido, D., Miño-Puigcercós, R., Parcerisa, L., Folguera, S., Moreno, A., Massot, B., Passerón, E., Alonso-Cano, C., Gasull-Figueras, L. & Rilo-Borredà, C. (2023*). Plataformas digitales BigTech del sistema educativo catalán y derechos de la infancia: amenazas y retos*. Informe final proyecto edDIT "Corporacions tecnològiques, plataformes educatives digitals i garantia dels drets de la infància amb enfocament de gènere". AFFaC y Esbrina Recerca Universitat de Barcelona. https://hdl.handle.net/2445/192941A

Rivera-Vargas, P., Raffaghelli, J., & Miño-Puigcercós, R. (2024). Plataformas digitales comerciales en la educación pública. Desafíos emergentes sobre privacidad y protección de datos. *Edutec, Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 87, 28-42.

Schenone, M. (2022). La plataformización de la educación: un esquema conceptual sobre la base de tres axiomas. *Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital*, 3. https://doi.org/10.53857/khhh3185

Schweiger, G. (2024). Children as co-researchers. Epistemological, methodological and ethical challenges. *Cogent Social Sciences*, *10*(1). https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2422550

Stake, R. E. (2005). *Investigación con estudios de caso*. Morata.

Valles, M. (1997). *Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*. Síntesis.

Van Dijck, J., de Waal, M., & Poell, T. (2018). *The platform society: Public values in a connective world*. Oxford University Press

Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *Digital Competence Framework for Citizens. With New Examples of Knowledge, Skills and Attitudes.* Luxembourg: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. https://doi.org/10.2760/490274

Wetherell, M., & Potter, J. (1998). Discourse analysis and identification of interpretiverepertoires. En A. Gordo y J. Linaza (Eds.), *Psychology, discourse and power: Qualitative methodologies, critical perspectives* (pp. 63-78). Edvisor

Williamson, B., Eynon, R., & Potter, J. (2020). Pandemic Politics, Pedagogies and Practices: Digital Technologies and Distance Education during the Coronavirus Emergency. *Learning, Media and Technology, 45*(2), 107–114. https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641.

Yazici, E. B., & Özerbaş, M. A. (2021). The analysis of the efficiency of digital education platforms based on various variables. *Participatory Educational Research, 9*(3), 383-402. https://doi.org/10.17275/per.22.72.9.3

Zuboff, S. (2020). Capitalismo de la vigilancia. *Política Exterior, 34*(194), 7-12.

Para citar este artículo:

Moreno-Gonzalez, A., Rivera-Vargas, P., & Calderón-Garrido, D. (2026). La protección de la infancia en la sociedad digital: las voces del alumnado de educación primaria como protagonistas. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 7. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4623

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Issue 97 – September 2026

Evaluation of a web tool to facilitate the study of Mathematics in Secondary Education

Evaluación de una herramienta web para facilitar el estudio de las matemáticas en Educación Secundaria

Francisco Javier Ibáñez-López (F.J.I.-L.). Universidad de Murcia (Spain)

Belén García-Manrubia (B.G.-M.). Universidad de Murcia (Spain)

Víctor Manresa Pérez (V.M.P.). Universidad de Murcia (Spain)

Jaime García-Montalbán (J.G.-M.). Universidad de Murcia (Spain)

ABSTRACT

The use of digital resources in mathematics education has been identified as a promising strategy for improving students' motivation, autonomy, and academic performance. This study aims to analyse secondary school students' perceptions of mathematics learning and their willingness to use digital resources, as well as to evaluate the usefulness of a web tool developed to support independent practice. The research was conducted with 163 secondary school students from a public school in Spain. Two ad hoc questionnaires were administered: the first explored students' perceptions of mathematics, their need for additional support, and their attitudes towards technological tools; the second evaluated the web resource after a period of use. Data were analysed using descriptive statistics and non-parametric tests (the Mann-Whitney U test and the Kruskal-Wallis H test). The results revealed mixed perceptions of mathematics, with feelings of difficulty but also satisfaction when solving problems correctly (82.8% of participants said as much, 74.8% when solving problems of the same type). Students showed strong interest in practising with exam models and using digital tools. Overall, the web resource was positively evaluated for its usefulness and its contribution to independent study (88% of the students agreed), and was perceived as contributing to students' confidence when preparing for mathematics examinations.

RESUMEN

El uso de recursos digitales en la enseñanza de las matemáticas se ha identificado como una estrategia para mejorar la motivación, la autonomía y el rendimiento del alumnado. El objetivo de este estudio es analizar las percepciones del alumnado de educación secundaria sobre el aprendizaje de las matemáticas y su disposición a utilizar recursos digitales, evaluando la utilidad de una herramienta web desarrollada para la práctica autónoma. Se realizó con 163 estudiantes de educación secundaria de un centro público en España. Se utilizaron dos cuestionarios diseñados ad hoc: el primero exploró las percepciones del alumnado sobre las matemáticas, su necesidad de apoyo adicional y su actitud hacia el uso de herramientas tecnológicas; el segundo evaluó el recurso web tras un periodo de uso. Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva y pruebas no paramétricas (U de Mann-Whitney y H de Kruskal-Wallis). Los resultados mostraron percepciones diversas hacia las matemáticas, con sentimientos de dificultad, pero también de satisfacción al resolver problemas correctamente (82.8% estuvieron de acuerdo, 74.8% cuando son del mismo tipo). El alumnado mostró interés en practicar con modelos de examen y utilizar herramientas digitales. El recurso web fue valorado positivamente por su utilidad para apoyar el estudio autónomo (88% estuvieron de acuerdo) y por su contribución percibida a la confianza al preparar exámenes de matemáticas.

KEYWORDS - *PALABRAS CLAVE*

Mathematics education, educational resources, information technology, attitudes, secondary education

Enseñanza de las matemáticas, recursos educacionales, tecnología de la información, actitudes, enseñanza secundaria

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Received: 00-00-2020
Accepted: 00-00-2020

1. INTRODUCTION

Teaching and learning mathematics in secondary education is a challenge for both students and teachers (Kayan, 2022). Several studies have pointed out that, at this stage, students often encounter difficulties related to a wide range of issues, such as understanding abstract concepts, independently solving exercises to consolidate content, and attitudes towards mathematics (Mazana et al., 2019; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023; Tambychik & Meerah, 2010). In some cases, these difficulties lead to a negative perception of the subject, which can affect motivation and academic performance (Wen & Dubé, 2022). Therefore, it seems essential to identify students' needs in order to design teaching strategies and support resources that facilitate learning mathematics. In this regard, the use of technological tools has taken on an increasingly important role, as it offers the possibility of personalising practice and promoting student autonomy through immediate feedback (Cheung & Slavin, 2013; Hillmayr et al., 2020).

1.1. Need for additional support for learning mathematics in secondary education: use of ICT

Learning mathematics in secondary education is a complex process influenced by various factors (Abín et al., 2020; Fernández-Cézar et al., 2021; OECD, 2023). These include various difficulties that affect students, both cognitive—such as understanding abstract concepts or applying procedures to solve problems—and affective or emotional, related to mathematics anxiety, lack of self-confidence, or limiting beliefs about one's own ability to learn mathematics. Taken together, these difficulties condition the learning process and can have a negative impact on students' progress and academic performance (Abín et al., 2020; Fernández-Cézar et al., 2021; Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016; OECD, 2023; Tambychik & Meerah, 2010).

The difficulties students encounter in learning mathematics have historically driven the implementation of additional support strategies to reinforce content understanding, such as remedial classes or supplementary materials (OECD, 2013, 2023). While these supports have proven useful, they also have limitations related to equitable access, the difficulty of personalising teaching according to each student's level, and insufficient duration of support (OECD, 2023). In this context, various studies highlight the importance of mechanisms that promote independent practice and immediate feedback, two essential elements for strengthening learning (Barana et al., 2021; Darmanova et al., 2025). On the other hand, extra support not only has an impact on academic performance, but also on self-confidence and attitude towards the subject, by providing students with an environment where they can make mistakes and learn from them without the pressure of the classroom (Barana et al., 2021; Pattier, 2022). This scenario paves the way for the exploration of new tools and approaches, among which the use of digital technologies presents itself as a promising alternative.

The use of digital technologies in education has grown significantly in recent decades, establishing itself as a resource with great potential to transform teaching and learning processes (Borao & Palau, 2016; Darmanova et al., 2025). Several studies have shown that the integration of Information and Communication Technologies (ICT) in mathematics teaching contributes to increasing motivation, promoting personalised practice, offering immediate

feedback and fostering autonomy (Cheung & Slavin, 2013; Hillmayr et al., 2020; Hutkemri et al., 2020; Moliner et al., 2022; Romero & García, 2024).

Within this framework, the literature identifies various types of technological resources that seek to improve mathematical understanding and practice. Broadly speaking, these tools can be grouped according to their pedagogical function. Firstly, there are mathematical exploration and visualisation resources (e.g. Cabri, GeoGebra or MATLAB in educational versions), which allow mathematical objects to be manipulated and mathematical relationships to be represented visually, contributing to more meaningful learning (Hutkemri et al., 2020; Romero & García, 2024). Secondly, there are practice and automatic correction environments, which offer banks of exercises with solutions and immediate feedback, encouraging independent practice and the recognition of errors as they occur. Examples of this type are Symbolab and Wolfram Alpha or automatic correction systems such as STACK and Wiris (Campuzano & Crisanto, 2022; Sangwin, 2015). A third group consists of adaptive systems, which adjust the level of difficulty to the needs of each student using artificial intelligence or learning algorithms, such as ALEKS or Khan Academy (Farfán-Pimentel et al., 2022). Finally, there are gamified and motivational learning approaches, which incorporate elements of play or competition to increase student interest, such as Mathletics or environments based on rewards and levels (Holguin-Alvarez et al., 2022; Nansen et al., 2012).

Taken together, these resources reflect the diversity of approaches available for integrating technology into mathematics teaching. However, their effectiveness depends on pedagogically planned and contextualised implementation (Campuzano & Crisanto, 2022; Romero & García, 2024). The literature warns of challenges and limitations in their application. Among the main ones are the risk that the use of technology will be limited to the mechanical repetition of exercises without promoting conceptual understanding (Drijvers et al., 2016; Hillmayr et al., 2020), the cost or unequal accessibility of some digital tools (OECD, 2015), and loss of motivation when not accompanied by appropriate pedagogical strategies that give meaning to learning (Cheung & Slavin, 2013; Romero & García, 2024). Consequently, the challenge remains to design and implement digital resources that integrate the advantages of these approaches while addressing the real needs of students and specific learning contexts.

1.2. Students' perceptions of digital tools in mathematics learning

Assessing the impact of digital tools involves not only measuring improvements in academic performance but also analysing students' perceptions and attitudes. In this sense, students are a key source of information for assessing the usefulness and relevance of technological resources in mathematics learning (Darmanova et al., 2025; Moliner et al., 2022).

In general, studies agree that secondary school students tend to show mostly positive attitudes towards the use of digital technologies in learning this subject, especially when these tools are perceived as useful, interactive, and aligned with their real study needs (Fornons & Palau, 2016; Gómez-Chacón, 2010; Moliner et al., 2022; Romero & García, 2024; Vilchez & Ramón, 2022). Among the aspects most valued by students are immediate feedback, the possibility of learning at their own pace, and the autonomy that these platforms provide (Barana et al., 2021; Darmanova et al., 2025). These characteristics are associated with increased motivation and a

more positive perception of mathematics as a subject, as they reduce anxiety about making mistakes and allow for more personalised practice (Hillmayr et al., 2020).

However, students' perceptions also depend on contextual factors. Research such as that conducted by Hillmayr et al. (2020) and Drijvers et al. (2016) shows that when digital tools are used mechanically to solve repetitive exercises without explanation, students tend to perceive them as boring or unhelpful. Likewise, several studies suggest that positive perceptions increase when teachers integrate tools into a teaching approach with a clear learning purpose (Cheung & Slavin, 2013; Farfán-Pimentel et al., 2022).

Therefore, understanding students' perceptions is an essential component in assessing the impact of educational technologies, as it influences their level of engagement, frequency of use and, ultimately, learning outcomes (Barana et al., 2021; Romero & García, 2024).

1.3. Research questions and objectives context

The theoretical framework of this study is based primarily on Guy Brousseau's Theory of Didactic Situations (1998) and approaches to problem-based learning in digital environments (Dakers, 2024; Duffy et al., 2012). Both perspectives provide a conceptual framework for understanding how technological tools can promote more autonomous, active, and meaningful learning processes in mathematics. The present study addresses both the design of a digital tool and the analysis of students' perceptions of its use and the extent to which it aids their learning of mathematical content.

Thus, this research is based on a needs assessment carried out with a group of 163 secondary school students from a school in south-eastern Spain, with the aim of developing a tailored proposal to facilitate independent study in mathematics. In this initial phase, information was collected on the students' perceptions of mathematics, their need for additional support for studying and solving exercises, and their assessment of the use of technology as a learning resource. Based on these results, a web tool was designed and implemented, adapted to the different educational levels of the group, which allows students to generate exercises with solutions, practise independently and prepare model exams. Finally, the students used the web tool and evaluated its usefulness and relevance.

Consequently, the research questions that guided this work were as follows:

- How do secondary school students perceive themselves in mathematics and problem solving?

- Do they feel they need help outside school hours to understand mathematical concepts and content?

- How willing are they to use digital resources for independent study of this subject?

- Is it possible to design and implement a web-based tool that meets the identified needs?

- Once it has been designed, how will students rate this tool in terms of its usefulness and relevance to learning mathematics?

2. METHOD

2.1. Participants and context

All students enrolled in secondary education and sixth form at a public school in the Autonomous Community of the Region of Murcia (Spain) during the 2024-2025 academic year participated in this research. Of the 163 participants, 82 were male, representing 50.3% of the total, and 79 were female, representing 48.5% (two students decided not to reveal their gender, 1.2% of the total).

The informants were aged between 12 and 17 or older, with an approximate average age of 14 (SD = 2.28), and were distributed across the different academic years as shown in Table 1.

Table 1

Number of surveys per academic year

Academic year	n	%
First year of secondary	34	20.9
Second year of secondary	46	28.2
Third year of secondary	22	13.6
Fourth year of secondary	21	12.9
A-levels	40	24.5
Total	**163**	**100**

They were also asked if they had ever failed mathematics. Sixty participants (36.8%) said yes, while the rest, 103 participants (63.2%), said they had never failed this subject. Finally, almost all of the students (159, or 97.5%) stated that they had an electronic device with an internet connection at home.

2.2. Instrument

Two questionnaires designed ad hoc after an exhaustive review of the literature were used to collect data, both using five-point Likert-type response scales.

The first questionnaire, for assessing needs in mathematics learning, had a total of 17 questions divided into three sections: nine questions on self-perception in mathematics and problem-solving ability, four on the need for help in studying mathematics, and four on the use of technology in mathematics learning. Responses were scored on a scale of 1 to 5: 1 = strongly disagree, 2 = disagree, 3 = indifferent, 4 = agree, and 5 = strongly agree. The second questionnaire for evaluating the web resource had a total of 13 questions. The participants were asked to score their perception of the issues raised on a scale of 1 to 5: 1 = None, 2 = Hardly ever, 3 = Average, 4 = Quite a lot, 5 = A lot.

Initially, the content of these questionnaires was assessed by a group of four expert university professors in mathematics education and educational technology. These professionals

reviewed the initial version of the questionnaires and, after receiving their assessment of the clarity and accuracy, wording, breadth, relevance, and consistency of the questions, the instruments were revised and modified according to their recommendations.

Subsequently, the reliability and internal consistency of both instruments were verified in general using different indices. Cronbach's alpha yielded results of .781 and .878, both considered good, with the latter even close to being considered excellent (Kennedy, 2022). A Composite Reliability index of .754 and .814 was also obtained, considered good, whilst AVE values of .276 and .362 were obtained, which in this case are considered poor. The AVE is a much more restrictive measure than the other indices, so it can be considered acceptable to obtain values below 0.5 if the other measures are good or excellent (Hair et al., 2021). Finally, McDonald's Omega offered values of .795 and .879, considered good, almost excellent (Kalkbrenner, 2021). Next, construct validity was performed to measure the latent variables 'Perception of needs' and 'Perception of web resource' using a principal component factor analysis with 'varimax' rotation. A significant p-value of .000 was obtained for both Bartlett's sphericity tests and a Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) coefficient for the proportion of variance shared by the analysed variables of .720 and .870 (a sample adequacy of .5 or higher is considered good).

2.3. Procedure

Following notification and authorisation from the management team at the participating centre, the research was carried out in three phases:

2.3.1. Phase 1

Administration of an initial questionnaire among participants at the beginning of the academic year to explore their general opinion of the mathematics subject, their need for help in understanding the content, problem solving, and the use of new technologies as a tool for practising and acquiring mathematical skills. Thanks to the collaboration of the entire teaching team, the entire target population participated in the survey.

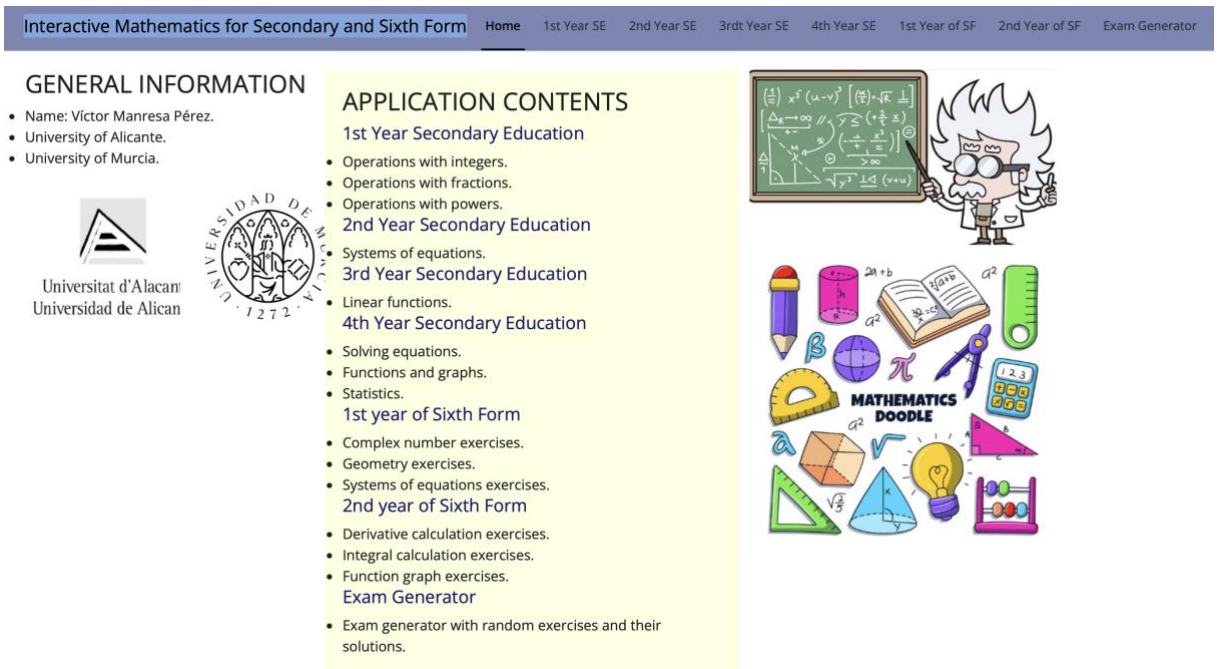
2.3.2. Phase 2

Starting in the second term, students had access to a web tool designed according to the needs identified in the first questionnaire, as a complementary tool for studying and practising the content taught during the second and third terms. A web tool (https://victormanresatfg.shinyapps.io/appmaths/) was designed to help users complete 'standard' exercises for acquiring specific mathematical concepts and to provide exam models with corrections in an interactive way. To this end, we chose to program a web resource using the R 'shiny' package (Chang et al., 2025). The home page of the web application features a home menu and a navigation bar at the top, with six pages corresponding to the four years of secondary education and the two years of A-levels, plus a page that acts as an exam generator (Figure 1). The layout of each of these web pages features a side panel on the left containing input fields, tick boxes and buttons, and a main panel displaying the explanations for the exercises and their results. The exam generator page allows users to select the year group and the number of exercises and uses 'LaTeX' to generate a PDF file containing the exam and the

answers. The tool was specifically designed around the content and needs identified in the participating students and was organised according to their educational level.

Figure 1

Home page of the web resource



2.3.3. Phase 3

Administration of a second questionnaire among students to analyse their opinion of the web resource (evaluation of the tool) at the end of the school year.

2.4. Data analysis

The data collected using Likert scales were processed and analysed using the free statistical software package R (R Core Team, 2026). Non-parametric tests were used to search for significant differences in the questions based on sociodemographic variables, as these tests are the most robust for ordinal data (Ibáñez-López et al., 2022). Specifically, the Mann-Whitney U test was used for independent variables with two response levels and the Kruskal-Wallis H test for independent variables with more than two response levels (a p-value of less than .05 and a significance level of $\alpha = .05$ were used). For the post-hoc analysis, the Pairwise Wilcoxon Rank Sum Test with Bonferroni correction was performed. In addition, the effect size was calculated using Cohen's d and eta squared. These non-parametric tests act mainly on the median of the data, although for a better understanding of the analysed data, the mean and standard deviation are also presented in the descriptive statistics tables.

2.5. Ethical considerations

The study was conducted in accordance with high standards of ethical integrity. All data were processed anonymously, and strict confidentiality policies were applied. As the participants

were minors, explicit consent was sought from their parents. Participants were given a detailed explanation of the research objectives, the methodology and their rights in relation to the study, including their right to withdraw at any time.

3. RESULTS

3.1. Analysis of self-perception in mathematics and predisposition towards the use of resources that facilitate independent study of the subject of mathematics

Firstly, Table 2 shows the descriptive statistics of the results obtained in questions relating to self-perception in mathematics and problem-solving ability. These results indicate a lack of consensus among the participating students, with means close to 3 (median of 3 and standard deviations around 1 or above 1) in terms of their perception of mathematics as the most complicated subject and their perception of their mastery of the subject and problem-solving ability. There was more consensus on questions relating to satisfaction and confidence in being able to successfully solve a problem (means around 4 and standard deviations below 1).

Table 2

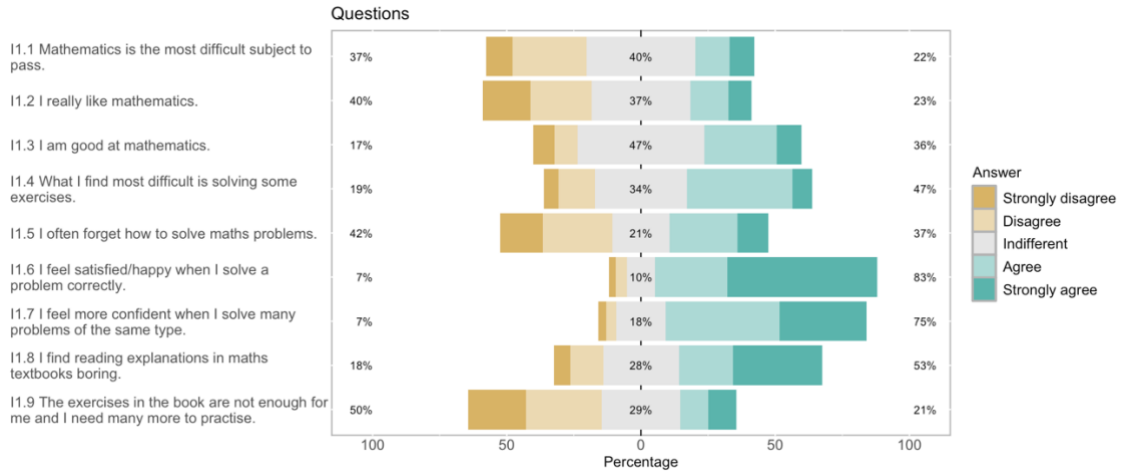
Descriptive statistics for questions on self-perception and problem solving

Item	*Min*	*Max*	*M*	*Med*	*SD*	%1	%2	%3	%4	%5
I1.1	1	5	2.84	3	1.07	9.82	27.61	40.49	12.88	9.20
I1.2	1	5	2.73	3	1.17	17.79	22.70	36.81	14.11	8.59
I1.3	1	5	3.21	3	1.00	7.98	8.59	47.24	26.99	9.20
I1.4	1	5	3.29	3	0.98	5.52	13.50	34.36	39.26	7.36
I1.5	1	5	2.91	3	1.27	15.95	25.77	21.47	25.15	11.66
I1.6	1	5	4.29	5	0.99	2.45	4.29	10.43	26.99	55.83
I1.7	1	5	3.98	4	0.97	3.07	3.68	18.40	42.33	32.52
I1.8	1	5	3.62	4	1.23	6.13	12.27	28.22	20.25	33.13
I1.9	1	5	2.60	3	1.23	21.47	28.22	29.45	10.43	10.43

Figure 2 shows these scores and their percentages grouped from 1 to 2 (negative perception), 3 (indifference) and 4 to 5 (positive perception) on each of the questions.

Figure 2

Results of questions on self-perception in mathematics and problem solving



As can be seen, it is noteworthy that the vast majority of participants indicated that they felt satisfaction when solving a problem correctly (82.8% in question I1.6) and greater confidence when solving many problems of the same type (74.8% in question I1.7). In addition, almost half of the respondents said they had difficulty solving certain problems (46.6% in question I1.4). 22.1% indicated that mathematics is the most complicated subject (question I1.1) and only 22.7% said they like mathematics (question I1.2). However, only 36.2% confirmed that they believe they are good at mathematics (question I1.3). There was no consensus when asked if they forget how to solve certain problems (36.8% agreed, compared to 41.7% who disagreed in question I1.5). Finally, a majority indicated that they find reading explanations of problem solving boring (53.4% in question I1.8) and 20.9% confirmed that they need more exercises to practise (question I1.9).

On the other hand, Table 3 shows the descriptive statistics of the results obtained in questions relating to the need for help in studying mathematics and the use of technology in learning mathematics. In this case, the questions regarding the need for help have higher means, above 3 (medians of 3 and 4) without a strong consensus (standard deviation above 1), and the questions on the use of technology show little use by teachers and students, with means around 2, but a willingness among students to use it (means above 3 and greater consensus).

Table 3

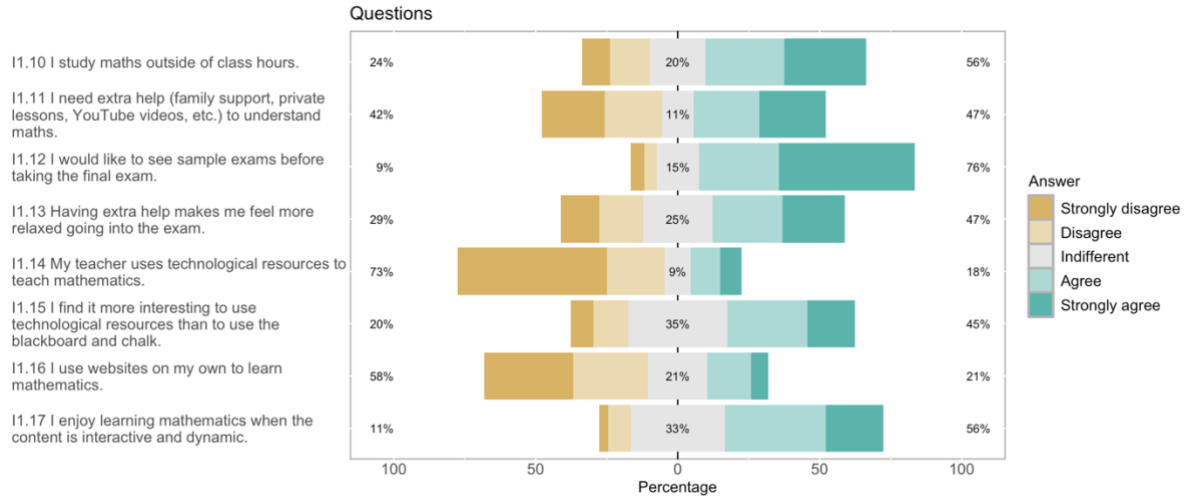
Descriptive statistics for questions on need for assistance and use of technology

Item	*Min*	*Max*	*M*	*Med*	*SD*	%1	%2	%3	%4	%5
I1.10	1	5	3.52	4	1.31	9.82	14.11	19.63	27.61	28.83
I1.11	1	5	3.06	3	1.50	22.09	20.25	11.04	23.31	23.31
I1.12	1	5	4.10	4	1.11	4.91	4.29	14.72	28.22	47.85
I1.13	1	5	3.26	3	1.33	13.50	15.34	24.54	24.54	22.09
I1.14	1	5	1.99	1	1.31	52.76	20.25	9.20	10.43	7.36
I1.15	1	5	3.33	3	1.13	7.98	12.27	34.97	28.22	16.56
I1.16	1	5	2.39	2	1.24	31.29	26.38	20.86	15.34	6.13
I1.17	1	5	3.62	4	1.00	3.07	7.98	33.13	35.58	20.25

Figure 3 shows these scores and their percentages. In this case, it is noteworthy that most participants indicated that they would like to see sample exams before taking their final exam (76.1% in question I1.12) and that they study mathematics outside of school hours (56.4% in question I1.10). 46.6% of respondents indicated that they need extra support (question I1.11) and that this help makes them feel more relaxed when taking the exam (question I1.13). On the other hand, 73% indicated that their teacher does not use technological resources in teaching mathematics (question I1.14) and the same percentage said that their teacher does not use websites to support mathematics learning (question I1.16). However, they emphatically stated that they enjoy learning mathematics in an interactive and dynamic environment (55.8% in question I1.17) and that they find learning with technological resources more appealing than using the blackboard (44.8% in question I1.15).

Figure 3

Results of questions on need for assistance and use of technology



Additionally, inferential analysis of these questions detected statistically significant differences with respect to the gender variable in question I1.6 (W = 3851.5, p-value = .021, d = 0.36; mean of 4.47 and median of 5 for women, and mean of 4.12 and median of 4 for men) and in question I1.13 (W = 3827.5, p-value = .042, d = 0.35; mean of 3.51 and median of 4 for women, and mean of 3.05 and median of 3 for men). Differences were also detected with respect to the year variable in question I1.2 (H = 14.21, p-value = .007, eta squared = .09; the post-hoc revealed differences between 1st year ESO students, mean of 2.50 and median of 2, and the ratings of 3rd year ESO students, mean of 3.41 and median of 3) and question I1.16 (H = 20.12, p-value = .000, eta squared = .12; the post-hoc revealed differences between Year 9 students, with a mean of 1.86 and a median of 2, and the ratings of sixth form students, with a mean of 3.08 and a median of 3).

3.2. Assessment of students' perceptions of the web tool

After several sessions in which the content posted on the website was discussed and students had the opportunity to use this resource to aid their understanding of the concepts and to complete random exercises, Table 4 shows the descriptive statistics of the results obtained with the tool evaluation questionnaire. These results show a high degree of consensus among respondents in rating the use of the implemented web resource as very satisfactory. Most

questions have mean scores close to or above 4, with standard deviations generally below 1, which reinforces the positive evaluation of the tool used.

Table 4

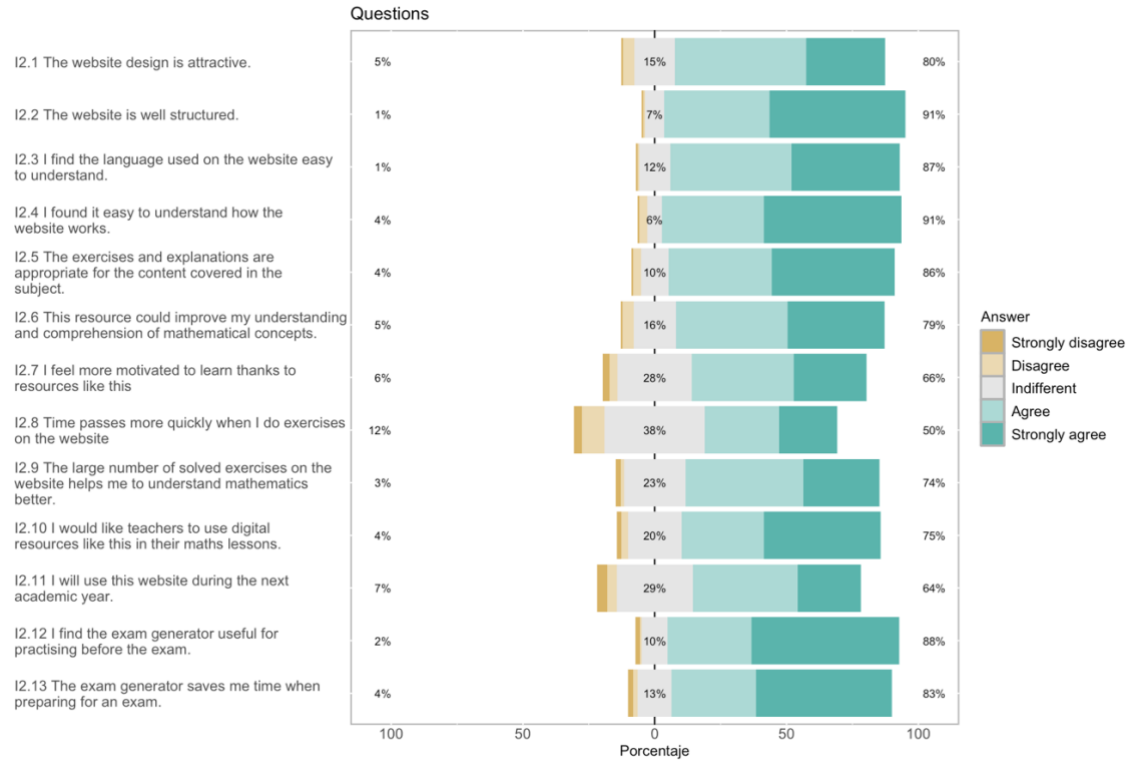
Descriptive statistics for questions regarding evaluation of the web tool

Item	*Min*	*Max*	*M*	*Med*	*SD*	%1	%2	%3	%4	%5
I2.1	1	5	4.04	4	0.83	0.61	4.29	15.34	49.69	30.06
I2.2	1	5	4.41	5	0.71	0.61	0.61	7.36	39.88	51.53
I2.3	1	5	4.26	4	0.74	0.61	0.61	11.66	46.01	41.10
I2.4	1	5	4.39	5	0.78	0.61	3.07	5.52	38.65	52.15
I2.5	1	5	4.28	4	0.82	0.61	3.07	10.43	39.26	46.63
I2.6	1	5	4.10	4	0.87	0.61	4.29	15.95	42.33	36.81
I2.7	1	5	3.86	4	0.94	2.45	3.07	28.22	38.65	27.61
I2.8	1	5	3.58	4	1.02	3.07	8.59	38.04	28.22	22.09
I2.9	1	5	3.98	4	0.86	1.84	1.23	23.31	44.79	28.83
I2.10	1	5	4.13	4	0.95	1.84	2.45	20.25	31.29	44.17
I2.11	1	5	3.77	4	0.98	3.68	3.68	28.83	39.88	23.93
I2.12	1	5	4.39	5	0.83	1.84	0.61	9.82	31.90	55.83
I2.13	1	5	4.29	5	0.90	1.84	1.84	12.88	31.90	51.53

Once again, Figure 4 shows the scores obtained and their percentages. As can be seen, the students agreed to a large extent with practically all the questions asked. The highest levels of agreement were found for the questions referring to the structure of the website (91.4% in question I2.2), the ease of the language used in the explanations (87.1% in question I2.3), the functioning of the website (90.8% in question I2.4), the suitability of the exercises for the content covered in class (85.9% in question I2.5), and the usefulness of the exam generator (87.7% in question I2.12). In addition, they indicated that the website has an attractive design (79.8% in question I2.1), that the resource helps them understand mathematical concepts (79.1% in question I2.6), that the number of exercises solved helps them understand the procedures (73.6% in question I2.9), that they would like mathematics teachers to use more resources of this type (75.5% in question I2.10), and that the exam generator helps reduce the time spent preparing an exam (83.4% in question I2.13).

Figure 4

Results of the evaluation questions for the web tool



Other questions that also received positive responses were those related to increased motivation when studying mathematics with resources such as this (66.3% in question I2.7) and the possibility of using this resource in the future (63.8% in question I2.11). Finally, only 50.3% of students indicated that time passes more quickly when doing exercises with this resource (question I2.8).

With regard to the search for significant differences in these issues, no differences were detected with respect to gender or academic year.

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

This study set out to analyse how secondary school students perceive themselves in mathematics and problem solving, their willingness to use digital resources in learning mathematical concepts, and their opinion of the designed web tool. As explained in this section, in general, the results revealed that participants do not identify mathematics as the most complicated subject; rather they report satisfaction and pride when they solve a problem correctly. They indicate that practising with exam models and using digital tools are associated with greater confidence when it comes to taking an exam. Finally, they rate the design, use and results of the web resource presented very positively.

The results of this research show that students have negative feelings towards mathematics. Although there is no consensus on the perception of this subject as the most difficult to pass, there is agreement on the negative feelings and rejection generated by this subject, in line with

the results obtained in other studies (Mazana et al., 2019; OECD, 2023; Tambychik & Meerah, 2010; Wen & Dubé, 2022). These attitudes towards mathematics are a barrier and the main difficulty in learning the subject's content and in students' academic progress (Abín et al., 2020; Fernández-Cézar et al., 2021; Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016; OECD, 2023; Tambychik & Meerah, 2010). Thus, students indicate that they are concerned about solving problems correctly, stating that they feel satisfaction or joy when they solve an exercise correctly and that they feel more confident when they do a large number of them, particularly amongst women, with statistically significant differences observed in comparison with men, as the latter consistently express more negative feelings towards the subject (Nortes et al., 2022).

Participants in this study confirm that they need extra help to better understand mathematics (OECD, 2013, 2023) and admit that they forget how to solve certain problems and feel nervous when answering exam questions (Fernández-Cézar et al., 2021; Hanin & Van Nieuwenhoven, 2016; OECD, 2023). They therefore show great interest in obtaining exam models and being able to practise independently (Barana et al., 2021; Darmanova et al., 2025; Hillmayr et al., 2020).

With regard to the use of technological resources in the classroom, students reveal a common opinion, with minor differences. A large majority consider that their teachers do not use technological resources when teaching mathematics in their classes, suggesting that technology is not present in mathematics classrooms. As students progress through the academic years, there is greater recognition of the close relationship between mathematics and technology, with an increase in the use of websites as a complementary tool for extra help or review of concepts (Gómez-Chacón, 2010; Moliner et al., 2022; OECD, 2015; Pattier, 2022; Romero & García, 2024; Vilchez & Ramón, 2022). Thus, they indicate that the use of digital devices and tools improves their perception and understanding of the content (Cheung & Slavin, 2013; Farfán-Pimentel et al., 2022; Holguin-Alvarez et al., 2022). This research therefore highlights in particular the gap identified between pupils' attitudes towards technology and the limited actual use of it by teachers, a reality that should be taken into account in teacher training.

Finally, the assessment of the web resource is very positive regardless of gender or academic year. Its clear structure and ease of use stand out, as does the possibility of practising with endless exercises to confidently tackle the subject exam (Barana et al., 2021; Darmanova et al., 2025). Therefore, students' evaluations suggest that the tool may support motivation and personalised practice, as it offers immediate feedback and encourages autonomy (Cheung & Slavin, 2013; Hillmayr et al., 2020; Hutkemri et al., 2020; Moliner et al., 2022; Romero & García, 2024).

One of the limitations of this research is that it was conducted in a single educational centre and focused on students' perceptions. Future research could expand the number of centres and conduct in-depth interviews with teachers to understand and reinforce the results obtained in this research.

5. FUNDING

This study did not receive any external funding.

6. AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Conceptualization, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (J.G.-M.); data cleansing, (F.J.I.-L.) and (B.G.-M.); formal analysis, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (J.G.-M.); investigation, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (V.M.P.); methodology, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (V.M.P.); project administration, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (V.M.P.); resources, (V.M.P.) and (J.G.-M.); software, (V.M.P.); supervision, (F.J.I.-L.) and (B.G.-M.); validation, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (J.G.-M.); visualization, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (V.M.P.); writing—original draft preparation, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.) and (V.M.P.); writing—review and editing, (F.J.I.-L.), (B.G.-M.), (V.M.P.) and (J.G.-M.).

7. REFERENCES

Abín, A., Núñez, J. C., Rodríguez, C., Cueli, M., García, T., & Rosário, P. (2020). Predicting mathematics achievement in secondary education: The role of cognitive, motivational, and emotional variables. *Frontiers in Psychology, 11*, 876. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00876

Barana, A., Marchisio, M., & Sacchet, M. (2021). Interactive feedback for learning mathematics in a digital learning environment. *Education Sciences, 11*(6), 279. https://doi.org/10.3390/educsci11060279

Borao Moreno, L., & Palau Martín, R. F. (2016). Análisis de la implementación de Flipped Classroom en las asignaturas instrumentales de 4º Educación Secundaria Obligatoria. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (55), a324. https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.733

Brousseau, G. (1998). *La théorie des situations didactiques*. La Pensée Sauvage.

Campuzano, M. G., & Crisanto, T. (2022). Learning analytic geometry with the aid of Wolfram Alpha. *International Journal of Innovative Science and Research Technology, 7*(1), 722-727. https://doi.org/10.5281/zenodo.6045067

Chang, W., Cheng, J., Allaire, J., Sievert, C., Schloerke, B., Aden-Buie, G., Xie, Y., Allen, J., McPherson, J., Dipert, A., & Borges, B. (2025). *shiny: Web Application Framework for R* (v. 1.11). https://cran.r-project.org/web/packages/shiny/index.html

Cheung, A. C., & Slavin, R. E. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms: A meta-analysis. *Educational Research Review, 9*, 88-113. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.001

Dakers, J. R. (2024). What is technology education? *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education, 11*(4), 1–10. https://doi.org/10.31129/LUMAT.11.4.2207

Darmanova, Z., Abylkasymova, A., & Nurmukhamedova, Z. (2025). A systematic review of technology use in middle and high school mathematics education: insights from contextual, methodological, and evaluation characteristics. *Frontiers in Education, 10*, 1644284. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1644284

Drijvers, P., Ball, L., Barzel, B., Heid, M. K., Cao, Y., & Maschietto, M. (2016). *Uses of technology in lower secondary mathematics education: A concise topical survey*. Springer Nature.

Duffy, T. M., Lowyck, J., & Jonassen, D. H. (2012). *Designing environments for constructive learning*. Springer.

Farfán-Pimentel, J. F., Lizandro-Crispín, R., Rodríguez-Galán, D. B., Calderon-Chambi, M. E., & Farfán-Pimentel, D. E. (2022). Estrategia Khan Academy en el aprendizaje de la matemática en la educación básica: una revisión teórica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6*(6), 6871-6887. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.3926

Fernández-Cézar, R., Solano-Pinto, N., & Garrido, D. (2021). Can mathematics achievement be predicted? The role of cognitive–behavioral–emotional variables. *Mathematics, 9*(14), 1591. https://doi.org/10.3390/math9141591

Fornons Jou, V., & Palau Martín, R. F. (2016). Flipped Classroom en la asignatura de matemáticas de 3º de Educación Secundaria Obligatoria. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (55), a322. https://doi.org/10.21556/edutec.2016.55.284

Gómez-Chacón, I. M. (2010). Actitudes de los estudiantes en el aprendizaje de la matemática con tecnología. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 28*(2), 227–244. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v28n2.197

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using R*. Springer.

Hanin, V., & Van Nieuwenhoven, C. (2016). The influence of motivational and emotional factors in mathematical learning in secondary education. *European Review of Applied Psychology, 66*(3), 127-138. https://doi.org/10.1016/j.erap.2016.04.006

Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education, 153*, 103897. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897

Holguin-Alvarez, J., Apaza-Quispe, J., Cruz-Montero, J., Ruiz Salazar, J. M., & Huaita Acha, D. M. (2022). Mixed gamification with video games and educational platforms: a study on mathematical cognitive demand. *Digital Education Review, 42*(2022), 136-153. https://doi.org/10.1344/der.2022.42.136-153

Hutkemri, Z., Oktavika, E., & Riyan, H. (2020). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. *Education and Information Technologies, 25*(1), 51–72. https://doi.org/10.1007/s10639-019-09899-y

Ibáñez-López, F. J., Maurandi-López, A., & Castejón-Mochón, J. F. (2022). Virtual Practical Teaching and Acquisition of Competencies in the Statistical Training of Teachers during Sanitary Confinement. *PNA, 16*(2), 99-113. https://doi.org/10.30827/pna.v16i2.21364

Kalkbrenner, M. T. (2021). Alpha, Omega, and H Internal Consistency Reliability Estimates: Reviewing These Options and When to Use Them. *Counseling Outcome Research and Evaluation, 14*(1), 77–88. https://doi.org/10.1080/21501378.2021.1940118

Kayan Fadlelmula, F. (2022). Enablers and obstacles in teaching and learning of mathematics: A systematic review in LUMAT journal. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education, 10*(2), 33–55. https://doi.org/10.31129/LUMAT.10.2.1627

Kennedy, I. (2022). Sample Size Determination in Test-Retest and Cronbach Alpha Reliability Estimates. *British Journal of Contemporary Education, 2*(1), 17-29. https://doi.org/10.52589/BJCE-FY266HK9

Mazana, M. Y., Montero, C. S., & Casmir, R. O. (2019). Investigating Students' Attitude towards Learning Mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education, 14*(1), 207-231. https://doi.org/10.29333/iejme/3997

Moliner, L., Alegre, F., & Lorenzo-Valentín, G. (2022). Peer Tutoring and Math Digital Tools: A Promising Combination in Middle School. *Mathematics, 10*(13), 2360. https://doi.org/10.3390/math10132360

Nansen, B., Chakraborty, K., Gibbs, L., Vetere, F., & MacDougall, C. (2012). 'You do the math': Mathletics and the play of online learning. *New Media & Society, 14*(7), 1216-1235. https://doi.org/10.1177/1461444812442926

Nortes Martínez-Artero, R., López-Pina, J. A., Núñez-Núñez, R. M., & Nortes-Checa, A. (2022). ¿Tienen ansiedad hacia las matemáticas los futuros maestros? *PNA, 16*(3), 191-213. https://doi.org/10.30827/pna.v16i3.20948

Organisation for Economic Co-operation and Development (2013). *PISA 2012 Results: Ready to Learn (Volume III): Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs*. OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en

Pattier, D. (2022). Teaching Math through YouTube: The case of Spanish edutubers. *Digital Education Review, 42*(2022), 65-80. https://doi.org/10.1344/der.2022.42.65-80

R Core Team (2026). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing.

Romero Albaladejo, I. M., & García López, M. D. M. (2024). Mathematical attitudes transformation when introducing GeoGebra in the secondary classroom. *Education and Information Technologies, 29*(8), 10277-10302. https://doi.org/10.1007/s10639-023-12085-w

Sangwin, C. (2015). Computer Aided Assessment of Mathematics Using STACK. In S. Cho (Ed.), *Selected Regular Lectures from the 12th International Congress on Mathematical Education* (pp. 695-713). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17187-6_39

Tambychik, T., & Meerah, T. S. M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem-solving: What do they say? *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 8*, 142-151. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.020

Vilchez Guizado, J., & Ramón Ortiz, J. Á. (2022). Enseñanza flexible y aprendizaje de la matemática en educación secundaria rural. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (80). https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2431

Wen, R., & Dubé, A. K. (2022). A systematic review of secondary students' attitudes towards mathematics and its relations with mathematics achievement. *Journal of Numerical Cognition, 8*(2), 295-325. https://doi.org/10.5964/jnc.7937

How to cite:

Ibáñez-López, F. J., García-Manrubia, B., Manresa Pérez, V., & García-Montalbán, J. (2026). Evaluation of a web tool to facilitate the study of Mathematics in Secondary Education. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 8. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.5021

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

La tecnología digital en acción para la aventura de Cristóbal Colón

Digital technology in action for Christopher Columbus' adventure

Alicia Antolinos Sánchez

Universidad de Murcia (España)

RESUMEN

La personalización del aprendizaje mediante tecnologías digitales ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la enseñanza de la historia, específicamente en el estudio de Cristóbal Colón. Este artículo analiza cómo las herramientas digitales personalizadas impactan en la comprensión histórica, la motivación estudiantil y los desafíos de implementación.

Se ha empleado una metodología cualitativa basada en el estudio de caso. Para la recopilación de datos, se llevó a cabo un análisis documental, revisando fuentes históricas, registros educativos y estudios previos relacionados con la enseñanza y representación de Cristóbal Colón en el contexto académico del tercer ciclo de Educación Primaria.

Los resultados indican que los alumnos expuestos a herramientas personalizadas mejoraron en un 35% su comprensión histórica y mostraron un 40% más de participación en actividades. No obstante, se identificaron dificultades como la brecha digital y la falta de formación docente en tecnologías educativas.

En conclusión, la personalización del aprendizaje digital incrementa la motivación y la retención del conocimiento, aunque su efectividad depende de una implementación equitativa y sostenible. Es crucial seguir explorando estrategias para optimizar la integración tecnológica en la enseñanza de la historia y reducir las desigualdades en el acceso a la educación digital con itinerarios flexibles de aprendizaje.

ABSTRACT

The personalization of learning through digital technologies has proven to be an effective strategy for enhancing the teaching of history, particularly in the study of Christopher Columbus. This article examines how personalized digital tools impact historical comprehension, student motivation, and the challenges of implementation.

A qualitative methodology based on a case study approach was employed. For data collection, a documentary analysis was conducted, reviewing historical sources, educational records, and previous studies related to the teaching and representation of Christopher Columbus in the academic context of the third cycle of Primary Education.

The results indicate that students exposed to personalized tools improved their historical understanding by 35% and demonstrated 40% greater participation in activities. However, challenges such as the digital divide and the lack of teacher training in educational technologies were identified.

In conclusion, the personalization of digital learning enhances motivation and knowledge retention, although its effectiveness depends on equitable and sustainable implementation. It is crucial to continue exploring strategies to optimize the integration of technology in historical education and to reduce inequalities in access to digital education through flexible learning pathways.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

tecnología digital, Educación Primaria, Ciencias Sociales, formación, inclusión
digital technology, Primary Education, Social Science, training, inclusion

DOI: https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.3925

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 06-03-2025
Aceptado: 07-09-2026

1. INTRODUCCIÓN

En la era digital, la educación ha evolucionado hacia modelos más flexibles y personalizados, adaptándose a las necesidades individuales de los alumnos. La integración de tecnologías digitales —además— ha permitido el desarrollo de estrategias innovadoras que favorecen el aprendizaje autónomo, el acceso a recursos interactivos y la adaptación del contenido educativo en función de los ritmos y estilos de aprendizaje de cada alumno (Antolinos et al., 2024).

Acorde con el Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria, el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural siguiendo el artículo 11 del Decreto 209/2022, de 17 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia esta asignatura queda dividida en dos áreas, es decir, Ciencias de la Naturaleza y Ciencias Sociales. La propuesta didáctica incorpora retos del siglo XXI vinculados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. En particular, se relaciona con el ODS 2 (Hambre cero) y con la meta 2.1, centrada en garantizar el acceso de todas las personas a una alimentación suficiente y saludable. Esta asociación se concreta en la experiencia sobre Cristóbal Colón. El alumnado analiza los intercambios de productos entre territorios tras los viajes transatlánticos y reflexiona sobre cómo la circulación de alimentos ha influido en las formas de alimentación. El proyecto pedagógico utiliza un hecho histórico para analizar la relación entre disponibilidad de alimentos, intercambio de productos y desigualdad en el acceso a los recursos. Así, el ODS 2 se convierte en un marco para interpretar el contenido histórico y promover una reflexión crítica sobre problemas actuales (Moreno et al., 2023).

Unas tareas que permiten relacionarlo con la importancia que —desde los últimos documentos educativos legislativos— se le da al nivel competencial (Álvarez et al., 2021) y que supone tomar medidas para que se asegure el buen funcionamiento y la accesibilidad equitativa comercial. Todo ello, sin olvidar que se promuevan procesos de enseñanza y aprendizaje en donde el pensamiento crítico y reflexivo, la promoción del aprendizaje cooperativo, el compromiso con la sociedad o la adquisición de conocimientos propios del área en cuestión sean los protagonistas, mediante el aprendizaje activo del alumnado con el uso de la tecnología digital (Pérez-Martell, 2021; Sánchez-Montero, 2021).

Por otro lado, la iniciativa «Cristóbal Colón, un gran explorador» se integra en un proyecto anual denominado «Conociendo un mundo mejor». El proyecto utiliza *Animal Crossing* como hilo conductor y temático. En la experiencia educativa, este recurso no se emplea como contenido curricular sino como elemento narrativo y motivador. El alumnado debe superar doce retos o «mundos» relacionados con los saberes básicos trabajados durante el curso. Cada reto permite obtener una insignia digital. La propuesta sobre Cristóbal Colón corresponde al mundo o reto n.º 11. Para resolverlo, los niños siguen una secuencia de actividades vinculadas con la exploración, los viajes transatlánticos, el intercambio de productos y la interpretación histórica (Moreno et al., 2023). Esta estructura proporciona continuidad a la experiencia y permite utilizar las herramientas digitales con una finalidad pedagógica concreta: acceder a información en diferentes formatos, realizar actividades interactivas, recibir retroalimentación y avanzar a ritmos diferentes (Gabarda, 2024).

Todo ello para provocar una reflexión transformadora en los niños sobre acciones cotidianas (Gisbert et al., 2026). De hecho, coincide con el principio pedagógico número 7 recogido en el artículo 6 del Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, y sin olvidar que en el transcurso de la propuesta didáctica se aplican los tres principios del Diseño Universal para el Aprendizaje, es decir, proporcionando múltiples formas de compromiso, de representación y de acción y expresión, aportadas por tecnología digital (Álvarez et al., 2021).

Por ello, se usan herramientas digitales e interactivas que implican el uso de la tecnología digital como *AhaSlides*, *Genially*, los códigos *NaviLens* o la aplicación *Lupa* cuando sea necesario durante esta. Asimismo, la situación de aprendizaje se adapta a las necesidades y los ritmos de aprendizaje del alumnado, teniendo en consideración lo que expresa la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, modificada por Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre junto al principio general número 4 del artículo 5 del Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo.

A partir de ahí, este artículo analiza las experiencias del aprendizaje de contenidos históricos sobre Cristóbal Colón, mediante tecnologías digitales o sin ellas. A través de un enfoque interdisciplinar, se exploran los métodos, las herramientas y las plataformas que han facilitado la construcción de un entorno de aprendizaje dinámico, fomentando el pensamiento crítico y la participación de los estudiantes. Es más, se abordan los desafíos y las oportunidades que surgen al implementar estos enfoques en diversos contextos educativos. El estudio busca contribuir a la discusión académica sobre la eficacia de la personalización del aprendizaje con el uso de las tecnologías digitales, proporcionando evidencia y reflexiones que permitan mejorar su aplicación en diferentes niveles educativos, pues en este caso los destinatarios son alumnos del tercer ciclo de Educación Primaria (10-12 años).

2. MÉTODO

Para analizar la personalización del aprendizaje con tecnologías digitales en el caso de Cristóbal Colón, se ha adoptado un enfoque cualitativo basado en el estudio de caso (Creswell & Creswell, 2018) y apoyo de datos cuantitativos descriptivos. Este enfoque permite comprender en profundidad cómo la integración de herramientas digitales ha influido en la adaptación del aprendizaje a las necesidades individuales de los alumnos. De hecho, la recolección de datos se ha llevado a cabo mediante un análisis documental porque se han revisado fuentes históricas, registros educativos y estudios previos sobre la enseñanza y representación de Cristóbal Colón en el ámbito académico del tercer ciclo de Educación Primaria (Antolinos et al., 2024).

Tras ello, se han examinado recursos tecnológicos utilizados para la personalización del aprendizaje, como *software* educativo, plataformas interactivas y simulaciones digitales. Para en última instancia, llevar a cabo entrevistas semiestructuradas —donde se les han proporcionado a docentes y estudiantes de 15 centros educativos de titularidad pública de la Región de Murcia— para evaluar sus percepciones sobre la efectividad de las herramientas digitales en la enseñanza del tema. Los datos obtenidos han sido analizados a través técnicas de codificación temática, junto a *VosViewer*, identificando patrones y tendencias en el uso de la tecnología para adaptar los contenidos a los diferentes estilos y ritmos de aprendizaje.

Este enfoque metodológico ha permitido una comprensión detallada de cómo la digitalización ha transformado la enseñanza sobre Cristóbal Colón, proporcionando evidencia sobre sus beneficios y desafíos en el contexto educativo.

A partir de ahí, el objetivo general es analizar la implementación de tecnologías digitales en la personalización del aprendizaje sobre Cristóbal Colón, evaluando su impacto en la adaptación de los contenidos educativos a los distintos estilos y ritmos de aprendizaje. De hecho, este deriva en los siguientes tres objetivos específicos:

1. Identificar las herramientas digitales utilizadas en la enseñanza sobre Cristóbal Colón y su papel en la personalización del aprendizaje.
2. Evaluar la efectividad de estas tecnologías en la mejora de la comprensión, el pensamiento crítico y la participación activa de los alumnos.
3. Determinar los desafíos y las oportunidades asociadas con la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de contenidos históricos en diferentes niveles educativos.

2.1. Diseño y organización de la muestra

Se adoptó un diseño de estudio de caso con predominio cualitativo y apoyo de datos cuantitativos descriptivos. La experiencia se desarrolló en 15 centros públicos de la Región de Murcia (véase Tabla 1). Un centro se destinó al pilotaje de los instrumentos y 14 al estudio principal. En el estudio principal participaron 700 alumnos. La distribución fue equilibrada: 350 alumnos en el grupo que utilizó tecnología digital y 350 en el grupo de comparación, es decir sin tecnología. El centro piloto aportó 50 alumnos y quedó excluido de la comparación final. Asimismo, participaron 60 docentes y en todos los centros educativos se siguió el comité de ética de la Universidad de Murcia.

Tabla 1

Organización de la muestra del estudio de caso

Indicador tipo de muestra	n	Distribución
Centros	15	1 piloto + 14 estudio principal
Alumnado con tecnología	350	7 centros × 2 aulas × 25 alumnos
Alumnado sin tecnología	350	7 centros × 2 aulas × 25 alumnos
Docentes	60	15 centros × 2 aulas × 2 docentes
Centros con entrevistas	6	3 centros con tecnología + 3 centros sin tecnología
Docentes entrevistados	24	6 centros × 4 docentes; 12 con tecnología + 12 de comparación
Alumnado en grupos focales	48	6 grupos × 8 alumnos; 3 grupos con tecnología + 3 grupos sin tecnología

Nota. Explicación o aclaración sobre los datos mostrados.

2.2. Submuestra cualitativa

Para profundizar en las experiencias de los participantes se seleccionaron seis centros del estudio principal. Tres pertenecían al grupo con tecnología y tres al grupo de comparación (sin

ella). Se realizaron 24 entrevistas semiestructuradas a docentes, cuatro por centro. Además, se organizaron seis grupos focales con alumnado, uno por centro, con ocho participantes en cada grupo. La selección permitió contrastar perspectivas de ambos tipos de implementación. La suficiencia de la información cualitativa se valoró atendiendo a la recurrencia de categorías y a la ausencia de nuevas categorías relevantes durante la codificación.

2.3. Instrumentos

La recogida de información combinó cuestionarios de alumnado y docentes, entrevistas semiestructuradas, grupos focales y registros de actividad. Los instrumentos se organizaron en cinco dimensiones: comprensión histórica; motivación y participación; personalización; accesibilidad; y dificultades de implementación. La reconstrucción de los instrumentos se presenta en el Anexo 1 para hacer explícitos los indicadores que sustentan los resultados. Esta reconstrucción no debe interpretarse como una reproducción literal de los documentos originales, pues se sigue el protocolo ético del proyecto de investigación en el que se circunscribe la propuesta didáctica por posible difusión indebida. Concretamente, fue diseñado explícitamente para este estudio y con probable publicación científica exclusiva de este.

2.4. Procedimiento y análisis

El centro piloto se utilizó para revisar la claridad, comprensión y aplicabilidad de los instrumentos. Posteriormente, los 14 centros del estudio principal desarrollaron la experiencia con tecnología digital o la propuesta sin ella. Los datos cuantitativos se resumieron a través de frecuencias y porcentajes para poder realizar comparaciones descriptivas entre grupos. La información procedente de entrevistas y grupos focales se analizó con una codificación temática y triangulación de fuentes, recogido —también— en el último subapartado (e) del Anexo 1.

2.5. Estructura jerárquica y efecto de conglomerado

La muestra presenta una estructura jerárquica, ya que el alumnado está agrupado en aulas y las aulas en centros educativos. Por ello, no resulta adecuado asumir que los 700 alumnos del estudio principal constituyen 700 observaciones independientes. Las respuestas de estudiantes de una misma aula pueden presentar mayor similitud que las de estudiantes de aulas diferentes. En consecuencia, el tamaño muestral efectivo es inferior al tamaño nominal. Para una inferencia confirmatoria, sería necesario considerar el efecto de conglomerado mediante modelos multinivel o estimaciones con errores estándar robustos al agrupamiento, incorporando el centro y el aula como niveles de análisis. Por esta razón, la presente investigación utiliza los datos cuantitativos —principalmente— con finalidad descriptiva. No se afirma que la muestra garantice por sí sola un margen de error del 3,5% ni una potencia estadística determinada. Estas magnitudes dependen del coeficiente de correlación intraclase, del efecto esperado y de la estructura definitiva de los datos.

3. RESULTADOS

El análisis de la personalización del aprendizaje con tecnologías digitales en la enseñanza de Cristóbal Colón ha permitido identificar diversas dinámicas pedagógicas y su impacto en la formación académica. A partir de la recopilación y el análisis de datos, los hallazgos se estructuran en torno a los objetivos específicos del estudio, proporcionando una visión integral de los beneficios y las limitaciones de este enfoque educativo (Sánchez-Montero, 2021).

3.1. Impacto de la personalización del aprendizaje en la adquisición de conocimientos históricos

Uno de los primeros hallazgos relevantes está relacionado con la asimilación del conocimiento histórico a través de plataformas digitales, así como el primer objetivo específico, es decir, 1. Identificar las herramientas digitales utilizadas en la enseñanza sobre Cristóbal Colón y su papel en la personalización del aprendizaje. En este estudio de caso, se observó que los alumnos que utilizaron herramientas personalizadas, como simulaciones interactivas y líneas de tiempo dinámicas, mostraron un incremento significativo en su comprensión de los eventos clave relacionados con Cristóbal Colón. Este resultado concuerda con lo argumentado por Antolinos & Marco (2024), quiénes enfatizan que el aprendizaje multimedia mejora la retención de la información al combinar elementos visuales y auditivos.

Los niños expuestos a plataformas adaptativas lograron un 35% más de precisión en las evaluaciones de hechos históricos en comparación con aquellos que siguieron un método tradicional de enseñanza basada en textos y exposiciones magistrales (Moreno et al., 2023). Es más, se evidenció que la personalización del contenido permitió que estudiantes con diferentes ritmos de aprendizaje avanzaran de manera más autónoma, evitando la frustración generada por la homogeneización de la enseñanza (Van Merriënboer & Kirschner, 2017). Asimismo, en el análisis cualitativo de respuestas abiertas, los niños expresaron que la posibilidad de interactuar con mapas digitales y reconstrucciones virtuales de los viajes de Colón hizo que su aprendizaje fuera más significativo y menos memorístico. En este sentido, los resultados sugieren que la implementación de herramientas digitales favorece una comprensión más profunda de los procesos históricos y fomenta el pensamiento crítico, en línea con los planteamientos de Moreno et al. (2023) sobre el aprendizaje de la historia como una disciplina basada en la interpretación y la evaluación de fuentes.

De hecho, los hallazgos obtenidos revelan que la integración de tecnologías digitales en la enseñanza de contenidos históricos ha evolucionado —significativamente— en los últimos años. Herramientas como plataformas de aprendizaje adaptativas, simulaciones históricas interactivas, realidad virtual (VR) y recursos multimedia han demostrado ser fundamentales en la personalización del aprendizaje. Estudios como los de Pino (2022) e Iglesias-Rodríguez et al. (2023) destacan la relevancia del aprendizaje digital en la educación contemporánea, argumentando que los entornos virtuales permiten una mayor inmersión y motivación en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Las herramientas en el estudio no desempeñaron una función homogénea (García-Gutiérrez et al., 2020). *Google Expeditions* se utilizó para realizar recorridos virtuales y contextualizar los viajes de Colón. *Kahoot!* permitió comprobar conocimientos por medio de preguntas breves y para ofrecer retroalimentación inmediata.

Moodle concentró materiales y actividades de consulta. *Classcraft* organizó retos y recompensas dentro de la narrativa gamificada. *AhaSlides* facilitó la participación con respuestas en tiempo real. *Genially* se utilizó para presentar contenidos con secuencias interactivas. *NaviLens* y *Lupa* se incorporaron como apoyos de acceso a la información. Así pues, esta distribución permitió diferenciar el recurso tecnológico de la estrategia de personalización aplicada con él (Gabarda, 2024).

3.2. Motivación y participación en el proceso de enseñanza y aprendizaje

La motivación y el nivel de compromiso de los alumnos con la asignatura fueron aspectos fundamentales evaluados en esta investigación. Se encontró que el 82% del total de los estudiantes consideraba que el uso de tecnologías digitales hacía que el aprendizaje de Cristóbal Colón fuera más interesante y estimulante, mientras que solo el 18% manifestó preferir los métodos tradicionales. Al analizar métricas de participación en plataformas de aprendizaje interactivo, se evidenció un incremento del 40% en la cantidad de actividades completadas cuando los alumnos tenían acceso a elementos "gamificados", como retos históricos y recompensas virtuales. Estos hallazgos coinciden con los estudios de Antolinos & Marco (2024), quienes afirman que la ludificación contribuye a mejorar la implicación del estudiante al convertir el aprendizaje en un proceso dinámico y experiencial.

Adicionalmente, los datos recopilados mediante las encuestas y los grupos focales revelaron que la autonomía en la selección de saberes básicos y la posibilidad de acceder a materiales en distintos formatos favorecieron la motivación intrínseca del alumnado. Según Francisco & García-Pérez (2023), la motivación intrínseca se incrementa cuando los niños sienten control sobre su proceso de aprendizaje, lo que sugiere que la personalización basada en tecnologías digitales puede ser clave para potenciar el interés por la historia. No obstante, algunos docentes señalaron que la motivación inicial generada por estas herramientas puede disminuir con el tiempo si no se introducen nuevos estímulos o metodologías complementarias. Este punto está en línea con las investigaciones de Sánchez-Montero (2021), quienes advierten que el efecto motivador de la gamificación puede desvanecerse si no se renuevan constantemente los desafíos y recompensas del entorno de aprendizaje. Asimismo, los resultados obtenidos —a través de encuestas y entrevistas tanto a docentes como alumnos— indican que el uso de tecnologías digitales mejora la comprensión y retención del conocimiento sobre Cristóbal Colón. Según Antolinos (2024), los entornos digitales favorecen la integración de múltiples representaciones del conocimiento, facilitando un aprendizaje más significativo. En este sentido, se encontró que los estudiantes que utilizaron simulaciones digitales y herramientas interactivas mostraron un aumento del 35% en la retención de la información en comparación con aquellos que recibieron clases tradicionales, en línea con los hallazgos de Clark & Mayer (2016). La utilización de recursos multimedia, como vídeos explicativos y mapas interactivos, permitió —también— a los alumnos desarrollar un pensamiento crítico más sólido en relación con la figura de Colón, cuestionando narrativas tradicionales y comprendiendo los múltiples puntos de vista sobre su legado.

Por otro lado, la accesibilidad de estas tecnologías resultó ser un factor clave en la personalización del aprendizaje. Los niños con diferentes estilos de aprendizaje se beneficiaron de herramientas que se adaptaban a sus necesidades individuales, tal como lo han señalado estudios previos sobre aprendizaje inclusivo (Schunk & DiBenedetto, 2020; Álvarez et al., 2021).

3.3. Dificultades y limitaciones en la implementación de la tecnología para la enseñanza de la historia

A pesar de los beneficios observados, la implementación de tecnologías digitales generó dificultades concretas. Los docentes identificaron problemas de acceso a dispositivos o conexión en determinadas situaciones. Esto obligó a prever alternativas no digitales. También señalaron que la preparación de actividades interactivas requería más tiempo que la preparación de materiales convencionales. Se observaron diferencias en la autonomía del alumnado. Algunos estudiantes (menos del 10%) necesitaron instrucciones más pautadas para utilizar las plataformas. Es más, 18 docentes señalaron episodios de distracción ante determinados elementos interactivos. Estos hallazgos muestran que la tecnología no produce personalización por sí misma (Van Dijk, 2020). Su utilidad depende de la selección del recurso, la mediación docente y la adecuación de la actividad al objetivo curricular.

Otro desafío identificado es la formación docente en el uso de tecnologías digitales. Aunque la mayoría de los educadores reconocen el potencial de estas herramientas, más del 45% reportan dificultades para integrarlas de manera efectiva en sus metodologías de enseñanza. En este sentido, autores como Mishra & Koehler (2006) subrayan la importancia del conocimiento tecnológico pedagógico del contenido (TPACK) para una implementación eficaz de la tecnología en la educación. No obstante, las oportunidades que ofrece la digitalización del aprendizaje histórico son significativas. La posibilidad de diseñar experiencias de enseñanza personalizadas permite atender a las diferencias individuales de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más autónomo y motivador. Además, la incorporación de inteligencia artificial en plataformas educativas, como los sistemas de tutoría inteligente, abre nuevas posibilidades para la personalización del aprendizaje en el futuro (Luckin et al., 2016).

Por otra parte, los docentes manifestaron preocupaciones en torno a la carga cognitiva asociada al uso de herramientas digitales complejas. Algunos maestros indicaron que ciertos alumnos se distraían fácilmente con los elementos interactivos y no lograban concentrarse en el contenido histórico en sí. Esta apreciación está en línea con las advertencias de Sweller (1994) sobre la teoría de la carga cognitiva, que sugiere que el exceso de estímulos puede interferir en la asimilación del conocimiento. Otra limitación observada fue la falta de formación docente en estrategias de enseñanza digital (Antolinos, 2022).

3.4. Evaluación comparativa con metodologías tradicionales

Para determinar la efectividad de la personalización del aprendizaje digital, se realizó una comparación con un grupo de control que recibió instrucción exclusivamente mediante métodos tradicionales. Los resultados mostraron que los estudiantes que participaron en experiencias de aprendizaje personalizadas lograron un incremento del 28% en la comprensión de los eventos históricos y sus consecuencias en comparación con aquellos que estudiaron —únicamente— con materiales impresos y clases expositivas. Asimismo, en términos de retención del conocimiento, los niños que utilizaron tecnología personalizada fueron capaces de recordar y analizar información histórica con un 22% más de precisión en evaluaciones realizadas cuatro semanas después del estudio, en comparación con el grupo de control.

Estos hallazgos son consistentes con los estudios de Clark & Mayer (2016), quienes sugieren que el aprendizaje digital interactivo favorece la memoria a largo plazo al facilitar conexiones significativas con el contenido. En términos generales, los resultados obtenidos permiten confirmar que la personalización del aprendizaje con tecnologías digitales mejora la comprensión y el pensamiento crítico en la enseñanza de Cristóbal Colón. A pesar de que persisten los desafíos con la equidad en el acceso a la tecnología y en la capacitación docente, lo que podría limitar la efectividad de estos enfoques en ciertos contextos educativos (Antolinos et al., 2024).

4. DISCUSIÓN

El análisis de la personalización del aprendizaje a través de tecnologías digitales en la enseñanza de Cristóbal Colón ha permitido destacar tanto los beneficios como las limitaciones de este enfoque educativo. Al comparar estos resultados con estudios previos, se observa una clara tendencia hacia la digitalización del aprendizaje como un medio efectivo para mejorar la experiencia educativa, aunque con desafíos que aún requieren atención. Uno de los hallazgos más significativos de este estudio es la capacidad de las tecnologías digitales para adaptar el aprendizaje a los distintos estilos y ritmos de los estudiantes. Como señalan Downes (2012) y Van Dijk (2020), el aprendizaje en entornos digitales permite la descentralización del conocimiento, dando a los niños mayor autonomía en su proceso formativo.

La integración de herramientas como simulaciones interactivas, recursos multimedia y plataformas con ludificación ha demostrado ser una estrategia efectiva para fomentar la participación y el pensamiento crítico en la enseñanza de la historia. En consonancia con Antolinos & Marco (2024) sobre aprendizaje multimedia, los hallazgos revelan que el uso de representaciones visuales y herramientas interactivas mejora significativamente la comprensión de eventos históricos. Esto sugiere que la incorporación de estos recursos en el currículo escolar podría contribuir a una enseñanza más efectiva, especialmente en temas que requieren contextualización histórica y análisis crítico. Los resultados —también— han demostrado que el uso de tecnologías digitales tiene un impacto positivo en la motivación de los alumnos. Según Centeno et al. (2023), la ludificación del aprendizaje contribuye a aumentar el compromiso y el interés, lo que coincide con los hallazgos de este estudio. Herramientas como *Classcraft* y *Kahoot!* han demostrado generar un ambiente de aprendizaje más dinámico, incentivando la competencia sana y la exploración autónoma del conocimiento. No obstante, si bien la motivación inicial de los estudiantes tiende a ser alta con el uso de herramientas digitales, algunos estudios han señalado que su efecto puede ser temporal si no se acompaña de estrategias pedagógicas adecuadas (Gisbert et al., 2026). Esto sugiere la necesidad de combinar las tecnologías digitales con metodologías activas que promuevan el aprendizaje profundo y sostenido a lo largo del tiempo.

A pesar de los beneficios identificados, la implementación de tecnologías digitales en la enseñanza de la historia presenta desafíos importantes. Uno de los principales obstáculos es la brecha digital, la cual sigue siendo una barrera para la equidad en el acceso al conocimiento (Van Dijk, 2020). Como se observó en esta investigación, la falta de acceso a dispositivos electrónicos o a una conexión estable a internet puede limitar la efectividad de la personalización del aprendizaje (Antolinos, 2024).

Otro desafío relevante es la capacitación docente en el uso de estas herramientas. De acuerdo con Mishra & Koehler (2006), la integración efectiva de la tecnología en la educación requiere un conocimiento sólido del modelo TPACK (Tecnología, Pedagogía y Contenido). Sin embargo, muchos docentes aún no cuentan con la formación necesaria para diseñar experiencias de aprendizaje que aprovechen el potencial de estas herramientas. Esto coincide con lo señalado por Marín-Díaz & Cabero-Almenara (2019), quienes destacan la necesidad de programas de formación docente enfocados en la alfabetización digital y la didáctica de las tecnologías emergentes. Además, algunos docentes han expresado preocupaciones sobre la superficialidad del aprendizaje en entornos digitales. Gisbert et al. (2026) han advertido que el exceso de interactividad y la carga cognitiva elevada pueden afectar la asimilación profunda del conocimiento. En este sentido, la personalización del aprendizaje debe ir acompañada de estrategias que garanticen la reflexión crítica y el análisis riguroso de la información.

A medida que las tecnologías digitales continúan evolucionando, se abren nuevas oportunidades para la personalización del aprendizaje en la enseñanza de la historia. La inteligencia artificial (IA) y el aprendizaje adaptativo están emergiendo como herramientas clave para ajustar los contenidos a las necesidades individuales de los alumnos en tiempo real (Luckin et al., 2016). Por ejemplo, sistemas de tutoría inteligente pueden proporcionar retroalimentación inmediata y diseñar trayectorias de aprendizaje personalizadas basadas en el desempeño del discente.

De hecho, la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) están transformando la manera en que se enseñan los eventos históricos. Como señalan Delgado et al. (2022), estas tecnologías permiten a los estudiantes experimentar la historia de una manera inmersiva, facilitando la comprensión de conceptos complejos a través de la exploración sensorial. En el caso de Cristóbal Colón, la posibilidad de "viajar" virtualmente en sus expediciones podría ofrecer una experiencia de aprendizaje mucho más rica que la simple lectura de textos históricos.

5. CONCLUSIONES

El presente estudio ha permitido analizar cómo la integración de tecnologías digitales puede contribuir a la personalización del aprendizaje en una experiencia de Ciencias Sociales centrada en Cristóbal Colón. Los resultados muestran que su aportación depende de la función pedagógica de los recursos y de la mediación docente, más que de su mera incorporación al aula.

La personalización se favoreció a través de diferentes formas de acceso, interacción y participación. Los recursos multimedia facilitaron la presentación de los contenidos en distintos formatos, mientras que *Moodle* permitió organizar materiales y actividades, *Kahoot!* ofreció retroalimentación inmediata y *Classcraft* incorporó retos y recompensas. Asimismo, *NaviLens* y *Lupa* proporcionaron apoyos específicos de acceso a la información. Estos resultados sugieren que la personalización no depende de una herramienta concreta, sino de la combinación intencional de recursos para atender diferentes necesidades y ritmos de aprendizaje (Antolinos et al., 2024). Los elementos interactivos y con ludificación también favorecieron la participación del alumnado. La propuesta combinó retos, actividades interactivas, preguntas de respuesta inmediata y recompensas, generando un entorno más dinámico.

Sin embargo, la tecnología digital no constituye por sí misma un elemento motivador suficiente. Su efecto depende de su integración en metodologías activas y de una renovación adecuada de las dinámicas para mantener el interés (Sánchez-Montero, 2021, Gisbert et al., 2026).

La implementación —también— puso de manifiesto dificultades relacionadas con el acceso y la conectividad, el tiempo de planificación, la autonomía del alumnado y la posible distracción ante determinados recursos. Estos resultados evidencian que la personalización requiere condiciones materiales adecuadas, formación docente y una selección pedagógica de las herramientas. En este sentido, la brecha digital y la preparación del profesorado pueden limitar una implementación equitativa (Miralles-Martínez et al., 2014).

Por otro lado, las actuaciones desarrolladas permiten identificar oportunidades para profundizar en el aprendizaje personalizado a través de tecnologías emergentes. El uso de *Google Expeditions* mostró el potencial de los recorridos virtuales para contextualizar los viajes de Cristóbal Colón, mientras que los recursos multimedia e interactivos ofrecieron diferentes vías de acceso y participación. Estas experiencias justifican explorar en futuras investigaciones sobre tecnología digital como la realidad aumentada, la realidad virtual y la inteligencia artificial (Gabarda, 2024). No obstante, su eficacia deberá ser analizada específicamente mediante nuevos estudios (Delgado et al., 2022).

En definitiva, los hallazgos sugieren que la tecnología digital puede contribuir a personalizar el aprendizaje histórico cuando se integra dentro de una planificación pedagógica coherente. Su valor no reside en la cantidad de herramientas utilizadas, sino en su adecuación a los objetivos y necesidades del alumnado (Antolinos, 2024). Al mismo tiempo, las dificultades identificadas muestran la necesidad de garantizar acceso, formación docente y criterios pedagógicos que permitan un uso inclusivo y sostenible (Iglesias-Rodríguez et al., 2023).

6. FINANCIACIÓN

Este estudio no recibió financiación para su realización.

7. REFERENCIAS

Álvarez, J. M., Díaz, Y. & Molina, J. (2021). *El código Cuomo. Las fábulas de María: una niña a la que no le gustaba la escuela*. Dykinson.

Antolinos, A. & Marco, M. (2024). Up, una caja en captura: propuesta interactiva para fomentar aspectos lingüísticos y sociales en el alumnado. *Investigaciones Sobre Lectura*, *19*, 123-138. https://doi.org/10.24310/ISL.19.1.2024.17742

Antolinos, A. (2022). Google Classroom y Moodle como plataformas educativas para gamificar. En D. Cobos-Sanchiz, E. López-Meneses, A. Hilario, L. Molina-García & A. Jaén-Martínez (Coord.), *Educar para transformar: Innovación pedagógica, calidad y TIC en contextos formativos* (pp. 1604-1612). Dykinson. https://www.dykinson.com/cart/download/ebooks/16157/

Antolinos, A. (2024). La competencia digital docente como compromiso profesional. En B. Berral, J. A. Martínez-Domingo, C. R. Fernández-Díaz & J. J. Victoria (Coords.), *Investigación para la mejora de las prácticas educativas desde una perspectiva holística* (pp. 4695-4703). Dykinson. https://www.dykinson.com/libros/investigacion-para-la-mejora-de-las-practicas-educativas-desde-una-perspectiva-holistica-9788410705074/

Antolinos, A., Moreno, J. R. & Trigueros, F. J. (2024). Las prácticas evaluadoras de los docentes de educación primaria en el área de Ciencias Sociales. En M. C. Sánchez-Fuster, A. López-García & J. Monteagudo (Eds.), *Tecnologías emergentes y alfabetización digital para enseñar historia*, 404-418. Octaedro. http://doi.org/10.36006/90033-1

Centeno, R., Acuña, L. A. & Peña, C. C. (2023). Revisión sistemática de modalidades educativas y diseño instruccional en educación a distancia. *IE Revista De Investigación Educativa de la REDIECH*, (14), 1-17. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v14i0.1668

Clark, R. & Mayer, R. E. (2016). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. John Wiley & Sons*. https://doi.org/10.1002/9781119239086

Creswell, J. W. & Creswell, J.D. (2018) *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage.

Decreto 209/2022, de 17 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. *Boletín Oficial de la Región de Murcia, núm. 267*, de 18 de noviembre de 2022, 39869-40128. https://bit.ly/3ohi6T6

Delgado, A. M., Barraza, A. J., Quirino, L. G., Estrada, R. & Mendoza, D. L. (2022). Retos para integrar las TIC/TAC en la educación. *South Florida Journal of Development, 3*(6), 6544–6551. https://doi.org/10.46932/sfjdv3n6-013

Downes, S. (2012). *Connectivism and Connective Knowledge Essays on meaning and learning networks*. Creative Common License. https://bit.ly/3gfAQtL

Francisco, S. D. & García-Pérez, D. (2023). La percepción del aprendiz sobre su desarrollo competencial en una situación de aprendizaje gamificada en EFL. *Aula Abierta*, *52*(4), 389–399. https://doi.org/10.17811/rifie.52.4.2023.389-399

Gabarda, V. (Coord.). (2024). *Competencia digital docente. Desafíos y propuestas*. Dykinson.

García-Gutiérrez, J., Ruiz-Corbella, M. & Del Pozo, A. (2020). Innovación y aprendizaje-servicio virtual: elementos para una reflexión basada en la experiencia. *RIDAS. Revista iberoamericana de aprendizaje servicio: Solidaridad, ciudadanía y educación*, (9), 62-80. https://doi.org/10.1344/RIDAS2020.9.4

Gisbert, M., Esteve, V., Palau, R. & Lázaro, J, L. (Coords.) (2026). *La transformació digital de l'educació en l'era de la intel·ligència artificial*. Dykinson.

https://www.dykinson.com/libros/la-transformacio-digital-de-leducacio-en-lera-de-la-intel%c2%b7ligencia-artificial-9791370473402e/

Iglesias-Rodríguez, A., Martín-González, Y. & Hernández-Martín, A. (2023). Evaluación de la competencia digital del alumnado de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa, 41(*1), 33–50. https://doi.org/10.6018/rie.520091

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado, núm. 340*, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. https://bit.ly/3DjLb4X

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. Pearson. https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1475756/1/Pearson%20Intelligence%20Unleashed%20FINAL.pdf

Marín-Díaz, V. & Cabero-Almenara, J. (2019). Las redes sociales en educación: desde la innovación a la investigación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 22*(2), pp. 25-33. https://doi.org/10.5944/ried.22.2.24248

Miralles-Martínez, P., Gómez-Carrasco, C. J. & Sánchez-Ibáñez, R. (2014). Dime qué preguntas y te diré qué evalúas y enseñas. Análisis de los exámenes de ciencias sociales en tercer ciclo de Educación Primaria. *Aula Abierta, 42*(2), 83-89. https://doi.org/10.17811/rifie.42.02.2014.83-89

Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017-1054. https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x

Moreno, J. R., Monteagudo, J. & Gómez-Carrasco, C. J. (Eds.). (2023). *Teaching history to face the world today. Socially-conscious approaches, activity proposals and historical thinking competencies*. Peter Lang.

Pérez-Martell, R. (2021). *Compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Editorial JM Bosch.

Pino, J. J. (2022). Validación del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) para medir la competencia digital en estudiantes de educación primaria. *EDMETIC*, *11*(1), 1-17. https://doi.org/10.21071/edmetic.v11i1.13508

Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado, núm. 52*, de 2 de marzo de 2022, 1-109. https://bit.ly/3MwpnZi

Sánchez-Montero, M. L. (2021). *En clase sí se juega. Una guía práctica para crear tus propios juegos en el aula*. Ediciones Paidós.

Schunk, D. H. & DiBenedetto, M. K. (2020). Motivation and social cognitive theory. *Contemporary Educational Psychology, 60*. https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101832

Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction, 4*(4), 295–312. https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5

Van Dijk, J. (2020). *The digital divide*. Polity.

Van Merriënboer, J. J. G. & Kirschner, P. A. (2017). *Ten steps to complex learning: a systematic approach to four-component instructional design* (Third edition). Routledge. https://doi.org/10.4324/9781315113210

Para citar este artículo:

Antolinos Sánchez, A. (2026). La tecnología digital en acción para la aventura de Cristóbal Colón. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 9. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.3925

ANEXO. Instrumentos de recogida de datos reconstruidos

Nota metodológica. Los instrumentos siguientes se han reconstruido a partir de las dimensiones, herramientas y resultados descritos en el manuscrito. No deben presentarse como una reproducción literal de los documentos originales. Su finalidad es hacer visibles los indicadores que permiten comprender cómo se estructuró la recogida de información.

a. Cuestionario de percepción del alumnado

Formato: *escala Likert de 1 a 5 (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo).*

Comprensión histórica

1. Comprendo mejor los viajes de Cristóbal Colón después de realizar las actividades.
2. Puedo ordenar los principales acontecimientos trabajados.
3. Puedo explicar algunas consecuencias de los viajes.
4. Puedo distinguir diferentes perspectivas sobre el legado de Colón.

Motivación y participación

5. Las actividades me han resultado interesantes.
6. Las herramientas digitales me han animado a participar.
7. Me he implicado en los retos propuestos.
8. Me gustaría realizar actividades similares en otras unidades.

Personalización

9. He podido consultar los materiales a mi propio ritmo.
10. Los diferentes formatos me han ayudado a comprender los contenidos.
11. He recibido ayuda o retroalimentación cuando la necesitaba.
12. He podido repetir actividades cuando no las comprendía.

Accesibilidad

13. Los recursos utilizados me han permitido acceder a la información de diferentes maneras.
14. Los apoyos visuales me han ayudado a comprender las actividades.

Dificultades

15. Algunas herramientas me han resultado difíciles de utilizar.
16. Algunos elementos interactivos me han distraído.
17. He tenido problemas de acceso o conexión.

b. Cuestionario para los docentes

Formato: *escala Likert de 1 a 5 (1 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo*).

1. Las herramientas digitales permitieron adaptar la presentación de los contenidos.
2. El alumnado pudo avanzar a diferentes ritmos.
3. Los recursos facilitaron la retroalimentación.
4. La tecnología digital aumentó la participación.
5. La gamificación favoreció la implicación.
6. Los recursos digitales facilitaron la comprensión de los contenidos históricos.
7. La preparación de las actividades digitales incrementó el tiempo de planificación.
8. Se produjeron dificultades técnicas.
9. Algunos alumnos necesitaron apoyo adicional para utilizar las herramientas digitales.
10. Algunos elementos interactivos generaron distracción.
11. Es necesaria formación docente específica para integrar estas herramientas digitales.
12. Mantendría este tipo de recursos digitales en futuras experiencias.

c. Entrevista semiestructurada para los docentes

1. ¿Qué herramientas digitales utilizó y con qué finalidad?
2. ¿Qué cambios observó en la participación del alumnado?
3. ¿Qué evidencias observó de adaptación a diferentes ritmos?
4. ¿Qué actividades funcionaron mejor?
5. ¿Qué dificultades técnicas aparecieron?
6. ¿Qué dificultades pedagógicas o de gestión del aula observó?
7. ¿Qué alumnado necesitó más apoyo?
8. ¿Cómo influyó la gamificación en la motivación?
9. ¿Observó cambios en la comprensión histórica?
10. ¿Qué modificaría en una nueva implementación?

d. Preguntas para grupos focales con el alumnado

1. ¿Qué actividad recuerdas mejor y por qué?
2. ¿Qué herramienta digital te ayudó más a comprender el tema?
3. ¿Pudiste trabajar a tu ritmo?
4. ¿Qué ocurrió cuando no entendías una actividad?
5. ¿Qué te gustó de los retos y recompensas?
6. ¿Hubo alguna herramienta digital difícil o distractora?
7. ¿Qué diferencias encontraste respecto a las actividades realizadas con libro o fichas?
8. ¿Qué cambiarías de la experiencia?

e. Matriz de triangulación

Dimensión / categoría	Indicadores	Cuest. alumnado	Cuest. docente	Entrevistas	Grupos focales	Registros / evidencias	Estrategia de triangulación
Comprensión histórica	Comprensión de los viajes de Colón; secuenciación de acontecimientos; identificación de consecuencias; interpretación de diferentes perspectivas históricas	Ítems 1–4	Ítem 6	Preguntas 4 y 9	Preguntas 1, 2 y 7	Resultados de actividades, respuestas y productos elaborados	Se contrastaron las percepciones del alumnado y del profesorado con las evidencias generadas durante las actividades.
Motivación y participación	Interés; implicación; participación activa; disposición hacia nuevas actividades	Ítems 5–8	Ítems 4, 5 y 12	Preguntas 2 y 8	Preguntas 1, 5 y 8	Participación en retos, respuestas en actividades y seguimiento de tareas	Se compararon las percepciones de alumnado y docentes con los niveles de participación observados durante la experiencia.

Dimensión / categoría	Indicadores	Cuest. alumnado	Cuest. docente	Entrevistas	Grupos focales	Registros / evidencias	Estrategia de triangulación
Personalización del aprendizaje	Adaptación al ritmo; variedad de formatos; posibilidad de repetir actividades; retroalimenta-ción; apoyos individualizados	Ítems 9–12	Ítems 1–3	Preguntas 1, 3 y 7	Preguntas 2, 3 y 4	Acceso a materiales, repetición de actividades y seguimiento de progresos	Se analizaron conjuntamente las posibilidades de adaptación identificadas por los participantes y las funcionalidades de las herramientas utilizadas.
Accesibilidad e inclusión	Diversidad de formas de acceso; apoyos visuales; adaptación de materiales; reducción de barreras	Ítems 13–14	Ítems 1 y 9	Preguntas 1 y 7	Preguntas 2 y 6	Uso de *NaviLens*, aplicación *Lupa* y recursos visuales e interactivos	Se contrastó la percepción sobre la accesibilidad con las adaptaciones y apoyos incorporados durante la implementa-ción.
Uso pedagógico de las tecnologías digitales	Finalidad educativa de cada herramienta; adecuación al contenido; interacción; retroalimentación	—	Ítems 1–6 y 12	Preguntas 1 y 4	Preguntas 1 y 2	Actividades desarrolladas con *Kahoot!*, *Moodle*, *Classcraft*, *AhaSlides*, *Genially* y *Google Expeditions*	Se relacionó la función pedagógica declarada por los docentes con las actividades y recursos efectivamente utilizados.
Desafíos técnicos	Problemas de acceso; conectividad; disponibilidad de dispositivos; dificultades de uso	Ítems 15 y 17	Ítems 7–9	Preguntas 5 y 6	Pregunta 6	Incidencias registradas durante la implementa-ción	Se identificaron coincidencias y diferencias entre las dificultades percibidas por alumnado y profesorado.
Desafíos pedagógicos	Necesidad de apoyo; autonomía; tiempo de preparación; gestión del aula; formación docente	—	Ítems 7, 9 y 11	Preguntas 5–7 y 10	Preguntas 3, 4 y 8	Observaciones y registros de desarrollo de las actividades	Se analizaron las dificultades desde la perspectiva docente y se contrastaron con la experiencia manifestada por el alumnado.

Dimensión / categoría	Indicadores	Cuest. alumnado	Cuest. docente	Entrevistas	Grupos focales	Registros / evidencias	Estrategia de triangulación
Distracción y límites de la tecnología digital	Distracción; exceso de estímulos; pérdida de interés; dependencia de la novedad	Ítem 16	Ítem 10	Preguntas 6 y 10	Preguntas 5, 6 y 8	Participación y comporta-miento durante las actividades	Se compararon las percepciones de los participantes para identificar situaciones en las que la tecnología no favoreció el aprendizaje.
Comparación entre modalidades	Diferencias percibidas en comprensión, participación y desarrollo de las actividades	Ítems relaciona-dos con compren-sión histórica y motivación	Ítems 4–6	Preguntas 2, 4 y 9	Pregunta 7	Resultados y registros disponibles de los grupos con tecnología y de comparación	La comparación se realizó integrando datos descriptivos y evidencia cualitativa, evitando atribuciones causales que no pudieran ser sustentadas por el diseño.

e-ISSN 1135-9250

EDUTEC - Revista Electrónica de Tecnología Educativa.

Número 97 – Septiembre 2026

Comprender el liderazgo educativo en contextos de digitalización: un análisis basado en incidentes críticos

Understanding Educational Leadership in Contexts of Digitalisation: An Analysis Based on Critical Incidents

Estefanía Hita Egea (E.H.E.). Universidad Internacional de La Rioja (España)

Linda Castañeda (L.C.). Universidad de Murcia (España)

RESUMEN

La digitalización de los centros educativos suele presentarse como un proceso técnico asociado a la incorporación de dispositivos y plataformas, pero en la práctica transforma la cultura institucional y la identidad profesional docente. Este artículo analiza cómo se construye y ejerce el liderazgo en contextos de transformación digital a partir del estudio de incidentes críticos, entendidos como momentos en los que la rutina se interrumpe y la dirección debe decidir en escenarios de incertidumbre. Desde un enfoque cualitativo, interpretativo y narrativo, se examinan los relatos de profesionales con responsabilidades directivas que han atravesado procesos de digitalización en sus centros. El análisis identifica tres dimensiones interrelacionadas: la gestión de la incertidumbre ante resistencias y presiones externas, el liderazgo como sostén emocional frente al desgaste derivado de la tecnificación y la reconfiguración de la autoridad hacia formas de liderazgo distribuido basadas en la confianza. Los resultados sugieren que el liderazgo digital no depende tanto del dominio instrumental de herramientas como de la capacidad de traducir la tecnología a clave pedagógica, mediando entre exigencias externas y necesidades internas, lo que invita a repensar la formación directiva desde el juicio reflexivo y la elaboración narrativa de la experiencia.

ABSTRACT

The digitalisation of schools is often framed as a technical process linked to the introduction of devices and platforms. In practice, however, it reshapes institutional culture and teachers' professional identity. This article explores how educational leadership is constructed and enacted in contexts of digital transformation through the analysis of critical incidents, understood as moments in which routine is disrupted and school leaders are required to make decisions under conditions of uncertainty. Drawing on a qualitative, interpretive and narrative approach, the study examines the accounts of school leaders who have experienced significant digitalisation processes in their institutions. The analysis identifies three interconnected dimensions: managing uncertainty in the face of resistance and external pressures, leadership as emotional support in contexts of technological overload, and the reconfiguration of authority towards distributed forms of leadership grounded in relational trust. Findings suggest that effective digital leadership relies less on technical expertise and more on the capacity to translate technology into pedagogical meaning, mediating between policy demands and the needs of the school community. These results point to the need to rethink leadership preparation by prioritising reflective judgement and narrative engagement with professional experience.

PALABRAS CLAVE - *KEYWORDS*

Liderazgo educativo, digitalización, incidentes críticos, investigación narrativa

Educational leadership, digitalization, critical incidents, narrative inquiry

Esta obra está bajo licencia internacional Creative Commons Reconocimiento 4.0.

Recibido: 07-04-2026
Aceptado: 22-05-2026

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la digitalización de los centros educativos es uno de los desafíos más profundos y contradictorios de la gestión escolar. Durante mucho tiempo se ha asumido que la mera presencia de dispositivos y el acceso a la conectividad mejora, de forma sustancial, la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Selwyn et al., 2023; Uzorka et al., 2025). No obstante, la realidad de los centros educativos proyecta un escenario mucho más fragmentado, donde la incorporación tecnológica no es algo puramente técnico, sino que altera todo el ecosistema del centro. En este sentido, Ball (2003) define esta transición como una experiencia condicionada por las tensiones y las resistencias culturales. A esto se le suma la incertidumbre constante propia de cualquier organización.

Desde esta perspectiva, resulta insuficiente abordar el liderazgo en contextos de digitalización a partir de marcos competenciales cerrados o de modelos prescriptivos. No porque dichos marcos carezcan de utilidad, sino porque, cuando se convierten en el centro del análisis, tienden a invisibilizar la dimensión situada, incierta y relacional de la práctica directiva. La cuestión no es únicamente qué deben hacer los líderes, sino cómo interpretan las situaciones que enfrentan, cómo toman decisiones en contextos de ambigüedad y qué tensiones atraviesan esos procesos.

Para acceder a esta dimensión de la práctica, el presente trabajo propone un cambio de foco. En lugar de analizar el liderazgo a partir de discursos formales o planes institucionales, se centra en los momentos en los que la rutina se interrumpe y las respuestas habituales dejan de ser suficientes. En estos puntos de quiebre emergen los denominados incidentes críticos (Tripp, 1993), entendidos no como episodios excepcionales, sino como situaciones en las que se hacen visibles los supuestos, valores y prioridades que orientan la acción directiva.

El análisis de estos incidentes permite explorar dimensiones del liderazgo que suelen quedar en los márgenes del discurso oficial, como la gestión de la incertidumbre, el sostenimiento emocional del equipo docente o la construcción de confianza. Desde esta mirada, liderar en entornos digitalizados implica menos dominar herramientas que traducir la tecnología a clave pedagógica.

En este marco, el objetivo del artículo es comprender cómo se construye y se ejerce el liderazgo educativo en procesos de digitalización escolar a partir del análisis narrativo de incidentes críticos relatados por profesionales con responsabilidades directivas. A través de un enfoque cualitativo e interpretativo, el estudio busca aportar una lectura situada del liderazgo que permita desplazar el foco desde la implementación tecnológica hacia la mediación pedagógica, ética y organizativa del cambio.

2. LIDERAZGO EDUCATIVO Y DIGITALIZACIÓN: CLAVES CONCEPTUALES PARA SU COMPRENSIÓN

El concepto de liderazgo educativo ha evolucionado, de manera no siempre lineal, desde modelos centrados en la gestión administrativa y la supervisión jerárquica hacia enfoques que subrayan la dimensión pedagógica, relacional y distribuida de la función directiva. En contextos

de digitalización, esta transición se intensifica, ya que la presencia de las tecnologías de la información y la comunicación no solo altera procedimientos de gestión, sino que reconfigura las relaciones, los tiempos y las formas de coordinación dentro de los centros educativos. Frente a concepciones del liderazgo entendidas como un conjunto de rasgos individuales del director o directora, la complejidad de los escenarios actuales obliga a pensarlo como una práctica compartida que reside en la interacción entre líderes, seguidores y situaciones concretas (Spillane, 2006; Nadeem, 2024).

Desde esta perspectiva, la labor directiva en entornos digitales no consiste tanto en implementar herramientas como en articular ecologías de aprendizaje, conectando experiencias dentro y fuera del aula y asegurando que la tecnología funcione como medio y no como fin en sí misma (Kafa, 2025). El liderazgo deja así de poder entenderse como mera supervisión para convertirse en una forma de mediación orientada a fortalecer la agencia docente y la significatividad del aprendizaje del alumnado. Ahora bien, esta transición hacia modelos más horizontales no se produce sin tensiones. La cultura escolar, configurada por estructuras relativamente estables, ofrece resistencias naturales ante la fluidez y la aceleración asociadas a lo digital. En este sentido, Tyack y Cuban (1995) recuerdan la persistencia de las formas organizativas tradicionales frente a los intentos de reforma externa. Por ello, el liderazgo en estos contextos no puede limitarse a gestionar la innovación como si se tratara de un proceso logístico. Como plantea Fullan (2001), se requiere una función directiva capaz de sostener el sentido pedagógico del cambio, respetar sus ritmos y situar el bienestar de las personas en el centro del proyecto institucional.

Esta transformación del liderazgo debe leerse, además, en relación con los nuevos modelos de gobernanza digital. Como han señalado Williamson (2017) y Selwyn et al. (2023), asistimos a procesos de plataformización y datificación en los que las infraestructuras digitales no solo facilitan la gestión, sino que contribuyen a definir qué cuenta como enseñanza válida, eficaz o visible. Esta gobernanza algorítmica introduce una presión real sobre los equipos directivos, que se ven obligados a alinear sus proyectos con marcos tecnológicos y administrativos muchas veces ajenos a la singularidad de sus centros. En este escenario, la autonomía profesional del profesorado se ve tensionada por lo que Ball (2003) describe como la “transparencia opaca” de los datos. La dirección queda así situada en una encrucijada compleja entre la integración tecnológica exigida por la administración y la protección de márgenes de decisión pedagógica dentro del claustro. En este sentido, el liderazgo implica también vigilar los sesgos, exclusiones y dependencias que las herramientas digitales pueden introducir en la vida cotidiana del centro (Kafa, 2025).

Para comprender estas tensiones resulta necesario atender también a la micropolítica escolar: ese entramado de relaciones, tensiones y acuerdos implícitos que sostiene la vida cotidiana de los centros. Como recuerda Ball (2003), las instituciones educativas contemporáneas están atravesadas por una lógica de performatividad que empuja a responder a indicadores, resultados estandarizados y exigencias de visibilidad. En ese contexto, la tecnología puede terminar funcionando como recurso de cumplimiento o como mecanismo de control, perdiendo parte de su potencial pedagógico. De ahí que las resistencias docentes, lejos de interpretarse simplemente como rechazo, deban leerse también como respuestas a dinámicas percibidas como ajenas, despersonalizadoras o incompatibles con la práctica profesional (Selwyn et al., 2023). La literatura más reciente, desde posiciones críticas, ha cuestionado

además los relatos lineales y optimistas de la digitalización, llamando la atención sobre sus implicaciones en términos de equidad, justicia social y autonomía profesional (Selwyn et al., 2023; Pangrazio, 2024). Desde esta perspectiva, hablar de liderazgo digital no implica solo preguntarse qué se implementa, sino quién define las prioridades, quién asume los costes y qué margen de decisión permanece en manos del profesorado.

Mirado desde los incidentes críticos, lo que aparece no es una oposición frontal entre autonomía y digitalización, sino una tensión continua entre regulación externa y mediación interna. En muchos de estos episodios, quienes lideran no ejercen una resistencia abierta, sino una labor más sutil de ajuste, negociación y traducción, tratando de sostener cierta capacidad pedagógica de decisión en entornos cada vez más tecnificados. En este punto, el incidente crítico adquiere un valor analítico particular. No se utiliza aquí para verificar estándares técnicos ni para evaluar niveles de competencia, sino para explorar cómo quienes ejercen la dirección viven y gestionan las contradicciones del cambio cuando la rutina se interrumpe y las decisiones no pueden aplazarse. Como plantea Tripp (1993), estos episodios permiten hacer visible aquello que normalmente permanece implícito en la práctica: prioridades, supuestos, tensiones y formas de entender la responsabilidad profesional. Atender a su densidad narrativa permite, por tanto, recuperar la dimensión humana y política del liderazgo escolar frente a la primacía de los indicadores externos de rendimiento (Ball, 2015).

3. MARCO METODOLÓGICO: NARRATIVAS E INCIDENTES CRÍTICOS COMO VÍA DE ANÁLISIS

3.1. Una mirada interpretativa sobre la práctica

Este estudio se sitúa en un enfoque cualitativo, interpretativo y constructivista orientado a comprender cómo se construye y se ejerce el liderazgo educativo en contextos de digitalización escolar. Partimos de la premisa de que el liderazgo no puede reducirse a un conjunto de competencias técnicas ni a la implementación de dispositivos, sino que constituye una práctica situada, relacional y atravesada por tensiones organizativas, culturales y micropolíticas (Ball, 2003; Selwyn et al., 2023).

Con este propósito, se adopta un diseño de casos múltiples (Stake, 2006), en el que cada caso corresponde a un profesional con responsabilidades directivas que ha impulsado procesos de digitalización en su centro. Este diseño permite combinar la profundidad del análisis de cada trayectoria con la identificación de patrones compartidos y tensiones recurrentes.

El estudio articula dos claves metodológicas complementarias: una perspectiva narrativa, que permite reconstruir trayectorias y significados en torno al liderazgo, y el análisis de incidentes críticos, entendido como una vía para acceder a momentos en los que la rutina institucional se interrumpe y la toma de decisiones adquiere una especial densidad profesional (Tripp, 1993).

3.2. El incidente crítico como vía para comprender la práctica directiva

El método del incidente crítico tiene su origen en los trabajos de Flanagan (1954), aunque posteriormente ha sido reinterpretado desde enfoques educativos y reflexivos (Monereo,

2014; Tripp, 1993). Más que una técnica cerrada, se trata de una forma de aproximarse a la experiencia a través de episodios que quienes los viven reconocen como momentos de inflexión.

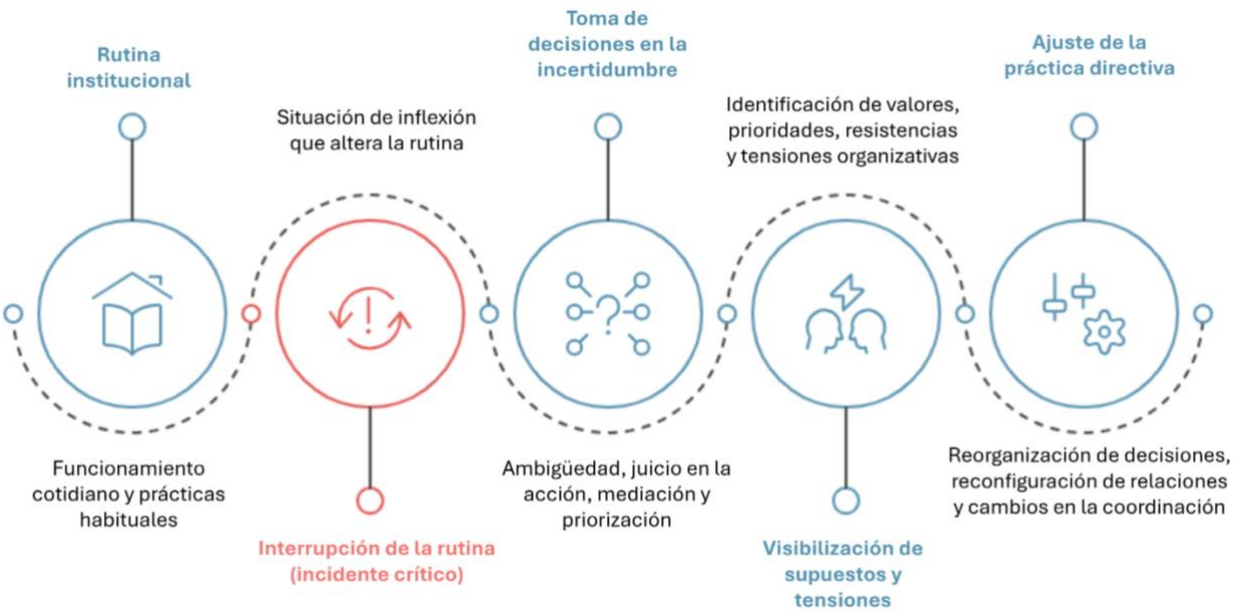
En este estudio interesan, sobre todo, aquellos momentos en los que una decisión genera duda, conflicto o tensión, obligando al profesional a revisar sus marcos de interpretación. Como señala Tripp (1993), su valor no reside en su frecuencia, sino en su capacidad para hacer visible aquello que normalmente permanece implícito.

En contextos de digitalización escolar, estos episodios suelen aparecer en resistencias del claustro, dilemas vinculados a la gestión de datos, tensiones en torno a la implantación de plataformas o momentos de crisis institucional que ponen a prueba la cohesión del centro. Su análisis permite acceder a la micropolítica escolar desde dentro, como experiencia vivida.

Desde esta perspectiva, el incidente crítico se entiende como una unidad de análisis que permite seguir el paso desde la rutina institucional hacia una situación de inflexión en la que la dirección debe decidir en condiciones de incertidumbre. Esta lectura permite hacer visibles los valores y prioridades que orientan la acción, las resistencias y tensiones organizativas que emergen, y las formas de reajuste que atraviesan la práctica directiva, tal y como se sintetiza en la Figura 1.

Figura 1

El incidente crítico como unidad de análisis de la práctica directiva.



3.3. Participantes y selección orientada por relevancia teórica

La selección de participantes se realizó mediante un muestreo intencional, orientado a identificar casos especialmente relevantes para los objetivos del estudio. Se seleccionaron cinco directores y directoras escolares con trayectoria consolidada en funciones de liderazgo y experiencia significativa en la integración de tecnologías digitales en sus centros.

Los criterios de selección fueron dos: contar con experiencia directiva suficiente para reconstruir procesos de cambio organizativo y haber impulsado procesos de digitalización que trascendieran el uso instrumental de herramientas y afectaran a la cultura institucional o a las prácticas docentes.

Los participantes proceden de contextos diversos en términos de etapa educativa, titularidad y entorno, lo que no busca representatividad estadística, sino comprensión en profundidad y transferibilidad de los hallazgos (Lincoln & Guba, 1985). Para garantizar la confidencialidad, todos fueron anonimizados mediante seudónimos. Las características principales de los participantes se recogen en el Apéndice 1.

3.4. Producción de la información

La información se generó mediante entrevistas en profundidad de carácter semiestructurado y narrativo, realizadas en modalidad online. Este formato facilitó la elaboración reflexiva de los relatos.

Se realizaron cinco entrevistas, con una duración aproximada de entre 60 y 90 minutos, que fueron grabadas con consentimiento informado y posteriormente transcritas de forma literal. El guion de entrevista se estructuró en torno a cuatro bloques: a) trayectoria profesional; b) concepción del liderazgo; c) procesos de digitalización y cambio organizativo; d) episodios significativos o incidentes críticos.

Las preguntas fueron abiertas y orientadas a la narración de experiencias. En particular, se les pidió que identificaran situaciones que hubieran supuesto un punto de inflexión en su práctica directiva. De este modo, los incidentes críticos emergen desde los propios relatos como episodios cargados de significado, en lugar de ser impuestos como categoría externa.

3.5. Análisis de la información: la interpretación de los incidentes críticos

El análisis se desarrolló de manera iterativa e inductiva, combinando distintos niveles de codificación (Miles et al., 2014; Corbin & Strauss, 2008). En una primera fase se realizó una codificación inicial, utilizando expresiones cercanas al lenguaje de los participantes. En una segunda fase, mediante codificación axial, los códigos se reagruparon en categorías más amplias a partir de la comparación constante entre casos.

Como resultado, se identificaron varias categorías temáticas interrelacionadas, entre las que destacan liderazgo distribuido (Spillane, 2006), bienestar docente y sostenibilidad del cambio (Hargreaves & Fink, 2006), aprendizaje organizativo (Fullan, 2001) y construcción de confianza relacional.

Dentro de este análisis general, se realizó un trabajo específico sobre los incidentes críticos. Siguiendo a Tripp (1993), cada episodio fue interpretado atendiendo al contexto en el que emerge, la respuesta desplegada por la dirección y las consecuencias que el participante atribuye al mismo. Este enfoque permitió leer los incidentes no como hechos aislados, sino como condensaciones densas de tensiones organizativas, emocionales y éticas.

Para hacer más visible el recorrido seguido entre la producción de los relatos y la construcción de las dimensiones analíticas, la Figura 2 sintetiza el proceso metodológico del estudio. En ella se recoge cómo las entrevistas en profundidad dieron lugar a relatos sobre trayectorias profesionales, procesos de digitalización y episodios significativos, de los cuales se identificaron los incidentes críticos que actuaron como foco analítico. A partir de este material, la codificación inicial y axial, la comparación entre casos y la interpretación de los incidentes permitieron organizar los hallazgos en tres dimensiones de análisis.

Figura 2

Proceso metodológico de análisis de incidentes críticos en el liderazgo educativo



3.6. Rigor y consideraciones éticas

El estudio se orientó por los criterios de credibilidad, transferibilidad, dependencia y confirmabilidad (Lincoln & Guba, 1985). La credibilidad se reforzó mediante triangulación entre relatos, categorías analíticas y marco teórico, así como mediante contraste con los participantes. La investigación incorporó además un ejercicio continuo de reflexividad, explicitado a través de notas analíticas.

En el plano ético, se siguieron las recomendaciones de la BERA (2018). Todos los participantes fueron informados del propósito del estudio, dieron su consentimiento informado y fueron

anonimizados. Los datos fueron almacenados en entornos seguros, garantizando la confidencialidad y el cumplimiento de la normativa vigente.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS: LO QUE REVELAN LOS INCIDENTES CRÍTICOS SOBRE EL LIDERAZGO

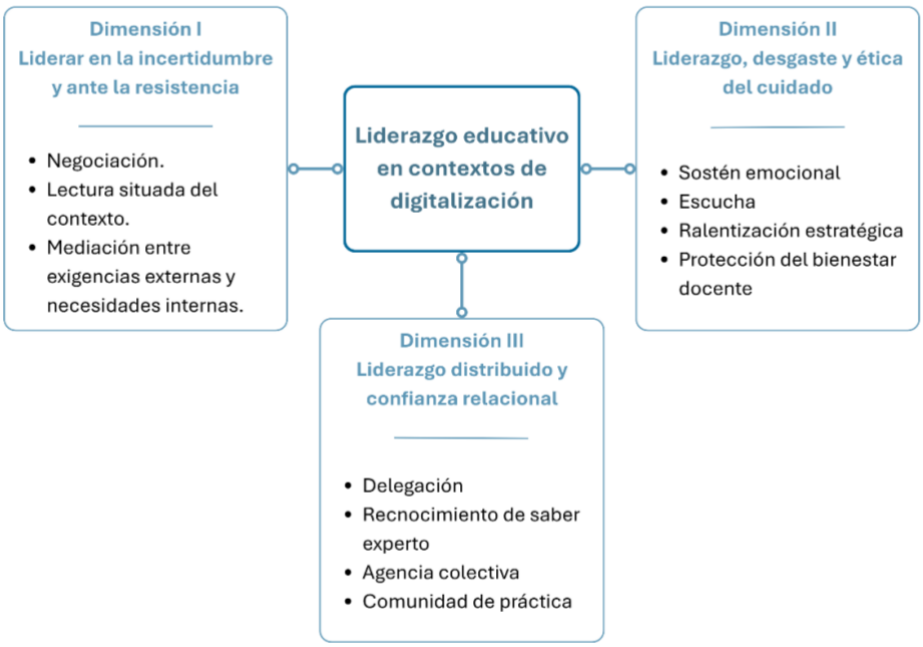
El análisis intensivo de los incidentes críticos recogidos revela que el liderazgo en contextos de digitalización no se manifiesta de manera lineal, sino que emerge con fuerza en las fisuras de la cotidianeidad escolar. A partir del proceso de codificación axial, han emergido tres dimensiones que sintetizan la experiencia de los líderes entrevistados y que permiten comprender el ejercicio del mando más allá de la gestión técnica.

Estas dimensiones no deben entenderse como categorías independientes, sino como planos analíticos que se entrecruzan en los relatos. En conjunto, permiten observar cómo el liderazgo se construye en la práctica al responder a tensiones situadas, seleccionadas por su relevancia analítica, más que como la aplicación de modelos previamente definidos.

La Figura 3 ofrece una síntesis visual de estas tres dimensiones y ayuda a ver cómo la incertidumbre, el cuidado y la confianza atraviesan la comprensión del liderazgo educativo en contextos de digitalización.

Figura 3

Dimensiones del liderazgo educativo en contextos de digitalización



4.1. Dimensión I: Liderar en la incertidumbre y ante la resistencia

La primera dimensión sitúa la práctica directiva en espacios que podríamos llamar zonas de sombra, ámbitos donde la normativa resulta insuficiente y donde la tecnología no siempre es percibida como oportunidad, sino como factor de desestabilización. En varios relatos, estos incidentes aparecen en la introducción de plataformas obligatorias, conflictos con el claustro ante cambios metodológicos o decisiones urgentes derivadas de fallos técnicos.

Los relatos evidencian que estas tensiones no pueden comprenderse al margen del contexto específico de cada institución. Como señala una de las directoras, "cada centro tiene su propio ritmo, sus heridas y sus ilusiones, y eso cambia todo lo que puedes hacer" (E1, Marina, 00:12:30). Esto muestra que el liderazgo exige una lectura situada de cada proceso de cambio. En la misma línea, otro participante afirma que "no hay recetas, porque lo que sirve en un centro puede no servir en otro" (E1, Julián, 00:15:05), reforzando la necesidad de una respuesta adaptativa más que prescriptiva.

En este tipo de situaciones, la decisión no es técnica. Es una decisión que afecta a la autoridad, a la legitimidad y al clima interno del centro. Como plantea Schön (1983), el profesional se mueve en una zona indeterminada de la práctica, donde las soluciones prefabricadas no encajan y el juicio debe construirse en la acción. En los relatos analizados, las respuestas que generaron mayor sostenibilidad no fueron aquellas basadas en la presión normativa, sino las que introdujeron una suerte de pausa deliberada. Antes de exigir cumplimiento, algunos líderes optaron por detener el calendario y abrir espacios de conversación que permitieran comprender qué estaba en juego para el profesorado.

En ese desplazamiento se aprecia una forma de agencia profesional, en la medida en que la dirección no se limita a responder a la presión externa, sino que reconfigura el contexto y trata de devolver sentido pedagógico al proceso (Priestley et al., 2015). El incidente deja entonces de ser un problema de adopción tecnológica y se convierte en una pregunta más profunda sobre el propósito educativo y la identidad del centro.

Cuando la dirección opta por acompañar en lugar de imponer, se fortalece la confianza interna y la digitalización se resignifica colectivamente. En este sentido, el liderazgo no se expresa en la aceleración del cambio, sino en la capacidad de sostener la vulnerabilidad del equipo sin fracturarlo. Como señala Hargreaves y Fink (2006), la sostenibilidad del cambio educativo no depende tanto de la rapidez de la implementación como de la calidad de las relaciones que lo sostienen.

4.2. Dimensión II: Liderazgo, desgaste y ética del cuidado

Una de las dimensiones que aparece con mayor claridad en los relatos, aunque raramente figure en los marcos competenciales oficiales, es la que vincula el liderazgo con el cuidado emocional del equipo docente en procesos de digitalización. Los incidentes críticos analizados muestran que la incorporación de nuevas herramientas no solo modifica dinámicas organizativas o procedimientos de evaluación, sino que afecta de forma directa a la autopercepción profesional del profesorado. La inseguridad ante lo desconocido, la sensación de pérdida de dominio sobre la propia práctica o el cansancio acumulado emergen con fuerza en varios episodios narrados.

En estos contextos, el liderazgo se redefine como una práctica de acompañamiento. Como señala uno de los directores, "la dirección no puede ser una torre de control, sino un espacio de acompañamiento" (E1, Tomás, 00:09:20). Esta formulación condensa un desplazamiento relevante: la dirección se legitima menos por el control que por su capacidad de sostener, escuchar y proteger al equipo. Algunos incidentes se sitúan en transiciones obligadas hacia nuevos sistemas digitales o cambios en plataformas de evaluación y comunicación que amplían la disponibilidad permanente del profesorado. El punto de inflexión no reside tanto en la herramienta en sí como en su efecto sobre las relaciones internas y el sentido del trabajo docente. Es entonces cuando el liderazgo se enfrenta a un dilema delicado, cumplir estrictamente con los plazos establecidos o atender al desgaste del equipo, aun sabiendo que esa decisión puede tener costes institucionales.

Estas situaciones evidencian el trabajo emocional del liderazgo (Hargreaves, 2001), vinculado a la gestión de climas, miedos y vulnerabilidades. En los relatos analizados, los procesos que lograron sostenerse en el tiempo no fueron aquellos que multiplicaron la formación técnica, sino los que introdujeron espacios de escucha y validación. En este sentido, la ética del cuidado propuesta por Noddings (2013) adquiere aquí un valor concreto, anteponer la persona a la tarea no como gesto retórico, sino como decisión organizativa real.

Algunos líderes optaron por ralentizar el calendario de implementación para evitar que la digitalización se convirtiera en una fuente adicional de agotamiento. Esa decisión, lejos de interpretarse como una renuncia al cambio, puede leerse como una forma de proteger la sostenibilidad del proceso. Como señala Hargreaves y Fink (2006), la mejora educativa solo se consolida cuando es sostenible, y esa sostenibilidad depende en gran medida del bienestar de quienes la hacen posible.

Esta dimensión ética, que dialoga críticamente con la lógica de la performatividad descrita por Ball (2003), muestra que digitalizar no es únicamente incorporar herramientas, sino decidir bajo qué condiciones humanas se produce ese cambio. Los incidentes críticos analizados permiten observar que, en determinados momentos, la tarea directiva más relevante no consiste en acelerar procesos, sino en humanizarlos. Es en esa decisión donde el liderazgo adquiere densidad y sentido, asegurando que la tecnología se mantenga al servicio del proyecto educativo y no a la inversa.

4.3. Dimensión III: Liderazgo distribuido y confianza relacional

La tercera dimensión que emerge del análisis sitúa la atención en cómo los incidentes críticos reconfiguran, a veces de manera silenciosa y otras de forma abrupta, las estructuras de coordinación y poder dentro del centro. En los discursos formales, el liderazgo en procesos de digitalización suele presentarse como una responsabilidad atribuida a la dirección o al equipo directivo. Sin embargo, los episodios de crisis muestran que esa idea resulta, en la práctica, insuficiente.

Este carácter colectivo aparece de forma explícita en los relatos. Una directora explica que asumió la dirección únicamente bajo la condición de que "si entrábamos juntos" (E1, Clara, 00:05:10), evidenciando que el liderazgo se construye desde el "nosotros" y no desde la posición individual. En una línea cercana, otra participante subraya que "no se trataba de querer dirigir, sino de que el proyecto pudiera existir" (E1, Silvia, 00:02:30), situando la

legitimidad directiva en el sostenimiento del proyecto compartido más que en la aspiración personal al cargo. Del mismo modo, otro relato insiste en que "ninguna innovación se sostiene si no se convierte en tarea compartida" (E1, Marina, 00:17:45), subrayando que la sostenibilidad del cambio depende de su apropiación colectiva.

Cuando la complejidad tecnológica y la velocidad del cambio superan la capacidad de respuesta de una sola persona, el liderazgo deja de poder sostenerse desde una lógica individual. No porque exista una decisión previa de "distribuirlo", sino porque la propia situación lo exige. En varios relatos aparece un incidente recurrente: durante una transición tecnológica relevante, la dirección se enfrenta a un problema que no puede resolver con los recursos habituales. Ya se trate de la implementación de un sistema de gestión integral o de un cambio metodológico apoyado en dispositivos, el punto de inflexión es similar: el reconocimiento explícito de los propios límites.

Los resultados muestran que este liderazgo distribuido se articula en relación con la comunidad educativa más amplia. En particular, las familias aparecen como agentes clave en la consolidación de los procesos de innovación. Como señala una directora, "las familias son decisivas para sostener la innovación; si comprenden el sentido de lo que hacemos, todo es más fácil" (E2, Marina, 00:26:40).

Por último, los relatos evidencian una apertura hacia los nuevos desafíos tecnológicos, especialmente en relación con la inteligencia artificial. Lejos de ser percibida como una amenaza, se interpreta como un reto ineludible. En palabras de una participante, "el reto actual es integrar la inteligencia artificial en los procesos de enseñanza y aprendizaje; no se le puede dar la espalda" (E2, Marina, 00:28:15). Esta afirmación sitúa el liderazgo en una lógica de adaptación crítica, coherente con la naturaleza cambiante de los entornos educativos digitalizados.

Ese reconocimiento obliga a ceder espacio real a quienes poseen el conocimiento especializado. Surgen entonces docentes con experiencia técnica o pedagógica que se convierten en referentes informales. El incidente adquiere carácter crítico porque tensiona la jerarquía tradicional y exige a la dirección desplazarse del control directo a la confianza en el criterio ajeno.

En los relatos analizados, los líderes que sostienen el cambio no son quienes dominan la tecnología, sino quienes articulan el conocimiento distribuido del claustro. Su papel consistió menos en dominar la herramienta y más en crear las condiciones para que otros pudieran ejercer liderazgo en ámbitos específicos. En este sentido, la confianza aparece no como una cualidad personal, sino como una decisión organizativa deliberada.

Como señala Hargreaves y Fink (2006), el liderazgo distribuido solo se consolida cuando existe una cultura de confianza relacional que permita delegar sin que ello se viva como una pérdida de autoridad. Los incidentes analizados muestran que ese tránsito no está exento de tensiones. Delegar implica asumir la incomodidad de no controlar todos los procesos y, al mismo tiempo, sostener ante la administración y las familias la responsabilidad última de lo que ocurre en el centro.

Esta reconfiguración no elimina la jerarquía, pero la complejiza. En determinados momentos, el centro comienza a funcionar como una comunidad de práctica en la que el saber circula según la necesidad y no únicamente según el organigrama. Desde esta perspectiva, el liderazgo digital puede entenderse como una práctica de red, donde la fortaleza no reside en la centralización del poder, sino en la capacidad de activar la agencia colectiva en el sentido que plantea Priestley (2015).

5. DISCUSIÓN: UNA LECTURA SITUADA DEL LIDERAZGO EN CONTEXTOS DE DIGITALIZACIÓN

En contextos de digitalización, el liderazgo emerge como una práctica situada, relacional y no lineal (Schön, 1983; Ball, 2003; Selwyn et al., 2023). Desde esta perspectiva, la discusión no busca reiterar los resultados, sino ponerlos en relación con la literatura para mostrar cómo contribuyen a desplazar el foco desde la implementación tecnológica hacia la mediación pedagógica, ética y organizativa del cambio.

5.1. Tecnificación y cuidado: tensiones normativas y prácticas

Los incidentes analizados muestran una tensión persistente entre las exigencias de performatividad descritas por Ball (2003) y la necesidad de sostener una ética del cuidado que impida que el centro se fracture por dentro. La digitalización suele llegar acompañada de calendarios ajustados, indicadores de seguimiento y expectativas externas que sitúan a la dirección en una dinámica constante de rendición de cuentas. En ese marco, el éxito tiende a medirse por la implantación visible de plataformas o por la producción de evidencias de avance.

Sin embargo, los relatos muestran que los momentos más significativos no coinciden necesariamente con esos hitos formales, sino con situaciones en las que la dirección debe decidir entre acelerar el proceso o introducir una pausa para proteger al equipo.

Al dialogar con Selwyn et al. (2023), los hallazgos sugieren que los líderes que sostienen el cambio no son quienes asumen sin matices el discurso del progreso tecnológico, sino quienes lo interrogan y lo subordinan al sentido pedagógico del centro. Desde esta perspectiva, la pregunta relevante no es solo cómo digitalizar, sino qué merece ser protegido en cada momento y bajo qué condiciones humanas puede sostenerse el cambio.

5.2. El liderazgo como construcción de confianza en entornos cambiantes

La segunda línea de discusión permite matizar la noción de liderazgo distribuido. Aunque la literatura ha subrayado su relevancia (Spillane, 2006), los incidentes analizados muestran que este no aparece como un diseño organizativo previamente estructurado, sino como una respuesta emergente ante la complejidad de los procesos de digitalización.

En situaciones críticas, el liderazgo se desplaza hacia quienes poseen el conocimiento necesario para resolver problemas específicos, evidenciando su carácter interactivo y situado. Este hallazgo dialoga con Spillane (2006), pero añade un matiz relevante: la distribución del

liderazgo no depende únicamente de la estructura organizativa, sino del nivel de confianza previamente construido en el centro.

Delegar en estos contextos implica reconocer límites y ceder control sin dejar de sostener la responsabilidad última. Desde esta perspectiva, el liderazgo digital puede entenderse como una forma de articulación de ecologías de aprendizaje (Kafa, 2025), en la que la función de la dirección no consiste en concentrar el conocimiento, sino en crear las condiciones para su circulación y activación en función de las necesidades del contexto.

En línea con Priestley, Biesta y Robinson (2015), la agencia profesional emerge en los episodios analizados en tanto los líderes reconfiguran las condiciones de acción y dotan de sentido pedagógico a situaciones de incertidumbre. Así, la madurez digital de un centro no se define por su nivel tecnológico, sino por su capacidad para sostener procesos colaborativos sin necesidad de centralizar la toma de decisiones.

5.3. La resiliencia institucional, aprender de la interrupción

La tercera línea de discusión invita a cuestionar las concepciones lineales de la mejora escolar. Frente a las narrativas que presentan la innovación como un proceso acumulativo y planificado, los incidentes críticos muestran que el aprendizaje organizativo se produce, con frecuencia, en momentos de interrupción, cuando las certezas dejan de sostener la práctica.

Los hallazgos refuerzan la profesionalidad como reflexión en la acción (Schön, 1983). Los líderes no sitúan su aprendizaje en la formación técnica, sino en la experiencia de tomar decisiones en condiciones de incertidumbre.

Asimismo, en coherencia con Hargreaves y Fink (2006), la resiliencia institucional no puede entenderse únicamente como capacidad de adaptación, sino como capacidad de elaboración colectiva de la experiencia. Cuando los centros logran narrar lo ocurrido y convertir la interrupción en objeto de reflexión compartida, la crisis deja de ser una ruptura para convertirse en una oportunidad de reajuste.

Desde esta perspectiva, la digitalización no aparece como una meta cerrada, sino como un proceso abierto que exige deliberación ética continua. En línea con Biesta (2012), el liderazgo se juega en la capacidad de mantener viva la dimensión humana de la educación en contextos crecientemente tecnificados. No se trata de acelerar la innovación, sino de sostenerla sin erosionar el sentido educativo ni el tejido relacional que la hace posible.

6. IMPLICACIONES PARA LA FORMACIÓN DIRECTIVA Y LA POLÍTICA EDUCATIVA: FUNDAMENTOS PARA UN MODELO NARRATIVO-ÉTICO

Los resultados de este estudio invitan a reconsiderar los marcos desde los que se está entendiendo la formación y la acción de los equipos directivos en contextos de digitalización. Si el liderazgo, tal como muestran los incidentes críticos analizados, se despliega en escenarios atravesados por incertidumbre, tensión micropolítica y desgaste emocional, su preparación

difícilmente puede reducirse a la alfabetización técnica o al dominio procedimental de herramientas.

6.1. Del entrenamiento técnico a la formación en el juicio reflexivo

Una implicación central de este análisis es la necesidad de situar el juicio reflexivo en el núcleo de la formación directiva. En línea con Schön (1983), la profesionalidad no se construye únicamente a partir de conocimientos técnicos, sino en la capacidad de pensar la acción mientras se está actuando. Los líderes participantes no sitúan sus mayores desafíos en carencias instrumentales, sino en momentos en los que deben decidir sin certezas plenas, ponderando valores, presiones y consecuencias posibles.

Esto plantea la necesidad de revisar el diseño de los programas formativos. Incorporar análisis narrativos, trabajar con incidentes críticos o generar espacios de deliberación profesional no constituye un añadido metodológico, sino una condición para que la formación dialogue con la complejidad real del liderazgo. No se trata solo de conocer marcos de actuación, sino de aprender a reconocer cuándo estos resultan insuficientes.

En este sentido, las comunidades de práctica adquieren un valor particular. Como señala Wenger (2001), el conocimiento se construye en la interacción y en el compromiso mutuo. Los resultados de este estudio apuntan a que la soledad directiva no es una excepción, sino una condición frecuente que se intensifica en procesos de digitalización acelerada. Generar espacios donde compartir, narrar y analizar incidentes críticos permite transformar esa vulnerabilidad en fuente de aprendizaje colectivo.

6.2. Políticas de digitalización: Sostenibilidad versus performatividad

Desde el ámbito de la política educativa, los resultados sugieren la necesidad de revisar los enfoques desde los que se impulsan los procesos de digitalización. Cuando estos se articulan principalmente en torno a indicadores, plazos y evidencias de cumplimiento, tienden a quedar atrapados en la lógica de la performatividad descrita por Ball (2003), donde adquiere valor prioritario aquello que puede medirse y mostrarse.

Los incidentes críticos analizados evidencian que este enfoque genera tensiones significativas en los centros. Cuando la digitalización se implementa sin atender a la cultura profesional, a los ritmos organizativos o al bienestar del profesorado, la respuesta no suele adoptar la forma de una resistencia explícita, sino de distanciamiento progresivo. En línea con Hargreaves y Fink (2006), los procesos de cambio que no cuidan el capital humano difícilmente logran sostenerse en el tiempo, independientemente del nivel de inversión tecnológica.

En este contexto, reconocer a los equipos directivos como mediadores culturales resulta clave. Traducir la innovación a la realidad de cada centro requiere autonomía, tiempo y apoyo institucional continuado. Sin estas condiciones, la tecnología corre el riesgo de desplazar la conversación pedagógica en lugar de enriquecerla (Selwyn et al., 2023). Desde esta perspectiva, el liderazgo digital no puede evaluarse solo en términos de implementación tecnológica, sino por su capacidad para sostener comunidades profesionales cohesionadas y construir condiciones para una apropiación significativa del cambio.

7. CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA: HACIA UNA CONCEPCIÓN HUMANA DEL LIDERAZGO

La investigación permite comprender los incidentes críticos no solo como herramienta metodológica, sino como vía de acceso a la experiencia real del liderazgo en tiempos de digitalización. Al detener la mirada en los momentos en que la rutina se quiebra y las certezas dejan de sostener la acción cotidiana, se hace visible que dirigir hoy una escuela no equivale a ejecutar un plan de innovación previamente trazado. Implica, más bien, sostener decisiones cuando el suelo parece inestable, negociar tensiones que atraviesan la cultura profesional y cuidar aquello que da sentido al proyecto educativo frente a las presiones de la performatividad tecnológica. El liderazgo se configura así como una práctica situada y crítica, que exige interrogar las lógicas que acompañan a la digitalización (Giroux, 1997).

En escenarios de alta complejidad tecnológica, el liderazgo difícilmente puede sostenerse desde una lógica individual. Los incidentes muestran cómo, ante la crisis, la jerarquía se flexibiliza y el saber circula hacia quienes poseen la competencia necesaria en cada situación. Esta redistribución no implica una pérdida de autoridad, sino una forma de madurez organizativa que reconoce la agencia colectiva como motor del cambio (Fullan, 2001).

El estudio abre interrogantes sobre el impacto de la IA en la autonomía, los sesgos y la toma de decisiones educativas (Kafa, 2025; DeMatthews et al., 2026). En este escenario, el análisis narrativo de incidentes críticos puede ofrecer una vía privilegiada para comprender cómo los equipos directivos interpretan y afrontan estas transformaciones, manteniendo viva la dimensión impredecible y profundamente humana de la educación a la que alude Biesta (2012).

En definitiva, observado desde los incidentes críticos, el liderazgo se revela como una responsabilidad cotidiana que busca poner la tecnología al servicio de las personas y no al revés.

8. FINANCIACIÓN

Este estudio no recibió financiación para su realización.

9. CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización, E.H. y L.C.; curación de datos, E.H.; análisis formal, E.H. y L.C.; investigación, E.H.; metodología, E.H. y L.C.; supervisión, L.C.; validación, E.H. y L.C.; redacción—preparación del borrador original, E.H.; redacción—revisión y edición, E.H. y L.C.

10. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer de manera especial a las personas que participaron en este estudio por la confianza con la que compartieron sus experiencias, dudas y aprendizajes. Su generosidad y honestidad han sido fundamentales para comprender la complejidad del liderazgo educativo en contextos de digitalización.

11. REFERENCIAS

Ball, S. J. (2003). The teacher's soul and the terrors of performativity. *Journal of Education Policy*, *18*(2), 215–228. https://doi.org/10.1080/0268093022000043065

Ball, S. J. (2015). Education, governance and the tyranny of numbers. *Journal of Education Policy*, 30(3), 299–301. https://doi.org/10.1080/02680939.2015.1013271

BERA. (2018). *Ethical Guidelines for Educational Research* (4th ed.). British Educational Research Association. https://www.bera.ac.uk/publication/ethical-guidelines-for-educational-research-2018

Biesta, G. (2012). Giving teaching back to education: Responding to the disappearance of the teacher. *Phenomenology & Practice, 6*(2), 35–49. https://doi.org/10.29173/pandpr19860

Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research (3rd ed.): Techniques and procedures for developing grounded theory*. SAGE Publications. https://doi.org/10.4135/9781452230153

DeMatthews, D., Reyes, P., Hart, T. D., & James, L., III. (2026). Leadership for artificial intelligence use in schools: A six-domain framework for ethical, equitable, and effective integration. *Educational Management Administration & Leadership*. https://doi.org/10.1177/17411432261418940

Fullan, M. (2001). *The new meaning of educational change* (3rd ed.). Teachers College Press.

Giroux, H. A. (1997). *Los profesores como intelectuales: Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje.* Paidós.

Hargreaves, A. (2001). Emotional geographies of teaching. *Teachers College Record, 103*(6), 1056–1080. https://doi.org/10.1111/0161-4681.00142

Hargreaves, A., & Fink, D. (2006). *Sustainable leadership.* Jossey-Bass.

Flanagan, J. C. (1954). The critical incident technique. *Psychological Bulletin, 51*(4), 327–358. https://doi.org/10.1037/h0061470

Kafa, A. (2025). Exploring integration aspects of school leadership in the context of digitalization and artificial intelligence. *International Journal of Educational Management, 39*(8), 98–115. https://doi.org/10.1108/IJEM-11-2024-0703

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry.* SAGE

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook*. SAGE.

Monereo, C. (Coord.). (2014*). Enseñando a enseñar en la universidad: La formación del profesorado basada en incidentes críticos*. Octaedro e Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Barcelona.

Nadeem, M. (2024). Distributed leadership in educational contexts: A catalyst for school improvement, teacher empowerment, and student success. *Social Sciences & Humanities Open, 9*, Article 100835. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100835

Noddings, N. (2013). *Caring: A Relational Approach to Ethics and Moral Education* (2nd ed.). University of California Press. http://www.jstor.org/stable/10.1525/j.ctt7zw1nb

Pangrazio, L. (2024). Data harms: The evidence against education data. *Postdigital Science and Education, 6*(4), 1049–1054. https://doi.org/10.1007/s42438-024-00468-2

Priestley, M., Biesta, G., & Robinson, S. (2015). *Teacher Agency: An Ecological Approach*. (1 ed.) Bloomsbury . https://doi.org/10.5040/9781474219426

Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action.* Basic Books.

Selwyn, N., Hillman, T., Bergviken-Rensfeldt, A., & Perrotta, C. (2023). Making sense of the digital automation of education. *Postdigital Science and Education, 5*(1), 1–14. https://doi.org/10.1007/s42438-022-00362-9

Spillane, J. P. (2006). *Distributed leadership.* Jossey-Bass/Wiley.

Stake, R. E. (2006). *Multiple case study analysis*. Guilford Press.

Tripp, D. (1993). *Critical incidents in teaching: Developing professional judgement.* Routledge.

Tyack, D., y Cuban, L. (1995). *Tinkering toward utopia: A century of public school reform*. Harvard University Press.

Uzorka, A., Odebiyi, O. A., & Kalabuki, K. (2025). Educational leadership in the digital age: Navigating challenges and embracing opportunities. *International Journal of Technology in Education and Science, 9*(1), 128–141. https://doi.org/10.46328/ijtes.605

Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: Aprendizaje, significado e identidad.* Paidós.

Williamson, B. (2017). *Big Data en educación: El futuro digital del aprendizaje, la política y la práctica*. Morata.

Apéndice 1

Características principales de los participantes

Participante	Tipo de centro	Etapa educativa	Trayectoria profesional previa	Años en función directiva
Marina	Público	Secundaria	Formación docente y coordinación TIC	13
Clara	Concertado	Infantil y Primaria	Gestión, pedagogía activa e innovación	27
Julián	Público	Secundaria	Innovación educativa y coordinación pedagógica	1
Tomás	Público	Secundaria	Docencia, formación y referencia digital	9
Silvia	Público	Primaria	Innovación, inclusión y participación comunitaria	12

Para citar este artículo:

Hita Egea, E., & Castañeda, L. (2026). Comprender el liderazgo educativo en contextos de digitalización. Un análisis basado en incidentes críticos: An Analysis Based on Critical Incidents. *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (97), Art. 10. https://doi.org/10.21556/edutec.2026.97.4999