esade

EsadeEcPol - Center
for Economic Policy

Integración basada en la evidencia y uso eficaz de las TIC y la IA generativa en la educación escolar en España

Mayo 2026

Con el apoyo de Google

Resumen ejecutivo

“No debemos discutir hacia dónde nos lleva la tecnología, sino hacia dónde la llevamos”.

Evarist Bartolo
Exministro de educación y empleo en Malta

CONDICIONES Y EVIDENCIA DE BASE

¿Está España bien posicionada para aprovechar el potencial complementario de las TIC y la nueva ola de herramientas educativas basadas en IA? España ha superado la fase de acceso digital, cuenta con un marco regulatorio que reconoce la competencia digital y ha realizado inversiones significativas. Sin embargo, convertir estos elementos en mejoras reales para el aprendizaje depende de avanzar hacia la pregunta del “cómo” cerrar las brechas persistentes en materia de implementación, formación del profesorado y uso pedagógico.

La evidencia de partida sobre las TIC es consistente en tres puntos:

- **La personalización funciona.** Las intervenciones que usan la tecnología para personalizar la instrucción al nivel de aprendizaje del alumnado producen efectos robustos, normalmente entre 0,1 y 0,5 desviaciones estándar. En cambio, los programas que se limitan a ampliar el acceso a dispositivos sin una intención específica tienden a tener efectos cercanos a cero.

- **El propósito, guía y dispositivo adecuado importan.** En línea con el punto anterior, la evidencia indica que el acceso a la tecnología con mediación del profesorado y propósito pedagógico es un requisito para producir mejoras en el rendimiento académico. Asimismo, cabe resaltar que el dispositivo importa: el uso de ordenadores en el centro se asocia con ganancias de hasta 17 puntos en matemáticas respecto a no utilizar recursos digitales para el aprendizaje, mientras que el uso no supervisado de un smartphone personal se asocia con caídas de 11 puntos; y, en las condiciones de uso actuales, más uso se traduce en más aprendizaje solo hasta cierto punto, más allá del cual los retornos se vuelven negativos.

La tecnología bien integrada aporta un valor claro en tres dimensiones:

1. **Amplía el alcance allí donde las condiciones estructurales dificultan la enseñanza:** en contextos con barreras geográficas, escasez de profesorado cualificado o limitaciones logísticas, las herramientas digitales pueden asegurar el acceso a recursos educativos que de otro modo serían inviables.

2. **Mejora de las habilidades de orden superior,** como el razonamiento matemático complejo o la resolución de problemas, cuando se integra adecuadamente.

3. **Apoya al alumnado que necesita atención más individualizada,** particularmente cuando permite adaptar la instrucción y la práctica a las diferencias en ritmo de aprendizaje, perfil de competencias y necesidades de apoyo.

La evidencia emergente sobre IA apunta en la misma dirección. Los estudios causales disponibles, señalan tres direcciones prometedoras para incorporar la IA a un uso educativo eficaz:

- **Instrucción adaptativa con guardarraíles pedagógicos** que preserva el esfuerzo cognitivo del alumno.

- **IA orientada al docente,** que puede funcionar como tecnología de escalamiento en tareas de producción, planificación, evaluación y comunicación, con beneficios proporcionalmente mayores para profesorado con menor experiencia.

- **Analítica educativa** que funcione a nivel alumno y desplegable a gran escala, que permite identificar con precisión las ventanas críticas de intervención a nivel de sistema.

La evidencia advierte de la necesidad de usar la ia generativa con guardarraíles y supervisión para asegurar un buen uso. Esta necesidad es común a todas las etapas, pero especialmente clave en edades tempranas, donde las funciones ejecutivas y los vínculos relacionales están en pleno desarrollo.

Estos hallazgos se traducen en tres principios que orientan las recomendaciones de este informe. En primer lugar, **el profesorado en el centro.** Con el apoyo, la formación, el tiempo y las herramientas adecuadas, la IA puede asistir a los docentes en la planificación de las clases, la retroalimentación, la evaluación formativa y la detección temprana del alumnado en riesgo. En segundo lugar, **la integración debe ir acompañada de propósito, orientación y diseño pedagógico:** la evidencia es consistente al señalar que la tecnología produce mejoras en el aprendizaje cuando se introduce con una intención clara, bajo la mediación del docente y enmarcada en un modelo pedagógico coherente. En tercer lugar, **solo una vez cumplidas estas condiciones puede integrarse la tecnología de forma gradual con el alumnado:** en educación primaria, con una mediación docente y un enfoque centrado en consolidar las competencias básicas y la alfabetización digital; en la ESO y el Bachillerato, con una personalización creciente y una autonomía progresiva del alumnado.

A partir de esta evidencia y principios, surgen dos preguntas que el resto del informe aborda de forma diferenciada: qué condiciones habilitantes debe reunir el sistema para que la tecnología opere como complemento efectivo, y en qué ámbitos concretos, por etapa educativa y por actor, puede aportar valor real al aprendizaje. Las tres fases del informe responden a esa agenda dual.

FASE 1: CONDICIONES HABILITANTES

El informe identifica tres condiciones que España debe cerrar para traducir esta evidencia en práctica.

Infraestructura y equidad digital. La fase inicial de acceso puede considerarse superada, pero persisten desigualdades que condicionan la viabilidad de las intervenciones más efectivas:

- Al comparar dos centros con mismo nivel socioeconómico, la red pública se sitúa 15 puntos por debajo de la red concertada y privada en disponibilidad de plataformas digitales.

- Las diferencias entre comunidades autónomas superan los 30 puntos porcentuales en preparación digital.

- El 9,2% de los hogares con menores de 6 a 17 años no dispone de ordenador, proporción que asciende al 23% en el quintil de menor renta.

Un profesorado con tiempo, acceso y capacidad. El profesorado español opera en un entorno tensionado por la sobrecarga administrativa, la adaptación continua a cambios curriculares y un clima de aula deteriorado. Es en estas tres fuentes de estrés donde España se sitúa por encima de la media OCDE, con brechas de entre 13 y 24 puntos, y con una dedicación media de 18 horas semanales a tareas no lectivas que son, sobre todo, de preparación y corrección (1,65 horas más que la media UE). Es precisamente en estos frentes donde la IA muestra su mayor potencial de aportación para el profesorado:

- **Reducir el tiempo de planificación, preparación de clases y la carga administrativa.** Encuestas representativas a gran escala apuntan a ahorros de tiempo relevantes: una encuesta de Gallup y la Walton Family Foundation de 2025 a 2.232 docentes de escuelas públicas K-12 en Estados Unidos encontró que el profesorado que utiliza IA semanalmente estima ahorrar en torno a 5,9 horas semanales, y un 81% reporta ahorros de tiempo en tareas de apoyo administrativo. En España, la Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia (2025) estima que la IA podría liberar hasta un día

completo de trabajo a la semana, tiempo que podría destinarse a la docencia, al desarrollo profesional o al apoyo al alumnado.

- **Escalar la retroalimentación al alumnado** y la práctica pedagógica del propio docente.

La adopción de IA entre docentes españoles de secundaria (35%) es similar a la media europea, pero está limitada por la falta de formación, citada por tres de cada cuatro no usuarios como barrera principal, y concentrada en usos básicos como la planificación. La brecha entre necesidad formativa declarada y formación recibida es mayor en IA que en ninguna otra dimensión del desarrollo profesional. El Marco de Referencia vigente (MRCDD), aprobado antes de la irrupción de la IA generativa, no la contempla como competencia específica. El cuello de botella está, por tanto, en el acompañamiento institucional al profesorado.

Un marco institucional y normativo que habilite sin paralizar. España dispone de los elementos normativos básicos (LOMLOE, MRCDD, AI Act) pero carece de directrices operativas que orienten a los centros sobre cómo integrar la IA generativa, y de un sistema de formación y certificación docente vinculante. La comparativa internacional confirma que los programas exitosos se distinguen por la calidad de su implementación, más que por la ambición regulatoria o la magnitud de la inversión: un programa de 850 millones de dólares de libros con IA adaptativa en Corea del Sur fue reclasificado a "material complementario" a los cuatro meses por ausencia de pilotaje gradual y exclusión del profesorado del diseño, mientras que los modelos de Singapur y Estonia se han construido sobre dos y tres décadas, respectivamente, de capas institucionales, con el profesorado en el centro del proceso.

FASE 2: INTEGRACIÓN EN EL APRENDIZAJE, POR ETAPA

La tecnología aporta valor educativo cuando se integra después que las competencias básicas estén consolidadas. Posteriormente, añadir la competencia digital y el uso pedagógicamente orientado de la tecnología tiene el potencial para fortalecer el pensamiento crítico, la autorregulación y la colaboración. Esta implementación debe hacerse con salvaguardas pedagógicas, introducirse de forma gradual y diferenciada por etapa educativa.

En primaria, los últimos datos de TIMSS y PIRLS muestran en España un rendimiento en matemáticas 27 puntos por debajo de la media de la OCDE —equivalente a más de medio año de escolarización— y una comprensión lectora 12 puntos por debajo. En esta etapa, la prioridad debe ser consolidar las competencias fundamentales; en consecuencia, la tecnología debe introducirse de forma gradual y cuidadosa, asociada a usos específicos, puntuales y bien delimitados, y con la mediación del profesorado.

→ La analítica a gran escala sobre trayectorias de aprendizaje puede identificar con precisión las ventanas críticas en que emergen las brechas, permitiendo intervenciones más tempranas y mejor dirigidas.

→ La instrucción adaptativa en dosis moderadas y bajo supervisión docente puede reforzar la adquisición de las competencias básicas durante la ventana de mayor plasticidad cognitiva, con un valor particular para el alumnado con necesidades específicas o en riesgo de quedarse atrás de forma temprana.

En la ESO, España sigue registrando una de las tasas de repetición más altas (22% del alumnado ha repetido al menos una vez antes de los 15 años, tercer país de la UE y cuarto de la OCDE), y persisten brechas notables. En esta etapa, la tecnología debe orientarse sobre todo a sostener las trayectorias más frágiles y reducir los factores que deterioran el aprendizaje.

→ Los sistemas de detección temprana del alumnado en riesgo, combinados con tutoría personalizada, pueden ayudar a identificar a tiempo y sostener las trayectorias más frágiles.

En la secundaria postobligatoria, el abandono temprano se sitúa en el 12,8% (mínimo histórico), pero aún por encima de la media OCDE, con disparidades territoriales marcadas (desde el 3,6% en País Vasco hasta el 20,6% en Murcia), y posibilidad de repunte postpandemia. La reproducción intergeneracional del logro educativo sigue siendo alta: el 75% de los jóvenes con al menos un progenitor con educación terciaria obtiene también un título terciario, frente al 30% de quienes tienen progenitores sin secundaria superior. En esta etapa, la IA puede aportar más valor en tres ámbitos:

→ Asistentes conversacionales para reducir el abandono en las transiciones educativas.

→ Orientación académica aumentada para mejorar la calidad de las decisiones vocacionales, especialmente para alumnado con menor apoyo familiar.

→ Herramientas de mapeo de competencias para alinear la formación con las demandas del mercado laboral.

FASE 3: PILOTAR, EVALUAR, ESCALAR

La implementación debe seguir un ciclo de pilotar, evaluar y escalar. La experiencia de ciclos tecnológicos previos enseña que escalar intervenciones no evaluadas produce resultados insuficientes. El informe propone tres prioridades accionables para el próximo curso:

- **(i) Actualizar el MRCDD** para incorporar la IA como competencia específica y evaluable en todos los niveles, alineando la acreditación docente con las competencias que la nueva realidad demanda.
- **(ii) Elaborar directrices operativas** de integración de IA con guardarraíles pedagógicos, diferenciadas por etapa educativa, que orienten a los centros sobre usos productivos y protocolos de supervisión humana.
- **(iii) Priorizar la inversión** en los centros públicos y comunidades con menor preparación digital, con protocolos de evaluación experimental antes de escalar cualquier intervención al conjunto del sistema.

.

Este informe identifica las palancas concretas para traducir el potencial de complementariedad de la IA en mejoras reales del aprendizaje. Consolidarlas es la tarea que queda por delante y la condición para que esta ola tecnológica despliegue todo su potencial.

esade

EsadeEcPol - Center for Economic Policy

Índice

Resumen ejecutivo 02

S1 **De las TIC a la IA: la emergencia del *edtech* y la evidencia de base** 07

De dónde venimos: tres etapas de TIC en educación en España 07

Qué hemos aprendido de la investigación sobre TIC en educación 09

Qué cambia (y qué no) con la IA 14

S2 **Cómo incorporar la nueva ola de edtech al sistema educativo español** 16

Fase 1: condiciones habilitantes para que las TIC y la IA funcionen 17

Fase 2: preparación del alumnado para una correcta integración de las TIC y la IA en el aprendizaje 32

Fase 3: Implementar, evaluar e iterar 46

Conclusiones y recomendaciones 47

Bibliografía 50

S1 De las TIC a la IA: la emergencia del *edtech* y la evidencia de base

El presente informe va de lo general y básico (esta sección) a lo específico y concreto (sección 2): revisa la evidencia disponible sobre el impacto de las TIC y especialmente de la IA en los distintos actores del sistema educativo (con especial énfasis en docentes y estudiantes) y, a partir de ella, identifica las condiciones que el sistema educativo español necesita cumplir para aprovechar el potencial de complementariedad de estas tecnologías.

DE DÓNDE VENIMOS: TRES ETAPAS DE TIC EN EDUCACIÓN EN ESPAÑA

Las TIC agrupan el conjunto de tecnologías, infraestructuras y herramientas digitales utilizadas para crear, procesar, almacenar y comunicar información y conocimiento (ENACOM, 2023). En España, la expansión de las TIC comprende tres etapas en unas cuatro décadas:

01 **La base digital 1985–2000**

Proyectos Atenea y Mercurio: primeros ordenadores en aulas de primaria y secundaria españolas. Inicio de políticas de digitalización educativa.

02 **La conexión 2000–2015**

Internet en centros educativos, Programa Escuela 2.0, WiFi en aulas, plataformas de aprendizaje (Agrega). Banda ancha en hogares y escuelas (INTEF, 2017).

03 **Expansión de dispositivos, plataformas e IA 2015–presente**

Generalización de tabletas y Chromebooks por alumno; plataformas de aprendizaje *(Google Classroom, Moodle)*; + primeros sistemas de IA.

Estas tres etapas han configurado un ecosistema digital con potencial transformador sin precedentes. Que ese potencial se materialice no depende de la tecnología en sí, sino de quién la usa, para qué y en qué condiciones.

Actor	Usos potenciales de las TIC
Estudiantes	Contenido, práctica y evaluación individualizada mediante software adaptativo que ajusta la dificultad al nivel de cada alumno.
Docentes	Apoyo a la planificación didáctica, evaluación y personalización del alumnado, así como la automatización de tareas administrativas.
Equipos directivos y gestores del sistema	Sistemas de información y comunicación centralizados; analítica de uso y modelos predictivos de alerta temprana; herramientas de monitoreo del uso pedagógico de los recursos digitales.
Familias	Contenidos y práctica individualizada en el hogar; Sistemas de información automatizada (como mensajes SMS) que proporcionan datos personalizados sobre la asistencia, el rendimiento y las tareas y actividades de sus hijos e hijas.

Dos lecciones han quedado claras en la interacción entre actores tras estas cuatro décadas:

- i) los sistemas mejor preparados para integrar tecnología educativa sostuvieron la continuidad pedagógica, tal y como se observó durante el cierre de escuelas por la pandemia (Banco Mundial, 2024).
- A la vez, ii) aprovechar el potencial de las TIC exige comprender cuánto y cómo se utilizan en función del contexto y de las necesidades específicas de estudiantes, docentes y familias (Ganimian, Vegas, & Hess, 2020).

La IA no llega a un sistema neutro: se despliega sobre la infraestructura construida en las dos etapas anteriores, que acelera su difusión y amplifica sus efectos. Pero es también una tecnología con capacidades diferenciales (genera contenido y simula interacciones) que la distinguen de las TIC tradicionales. Esto plantea un doble reto para el diseño: tratar la IA como una TIC más, ignorando lo que la hace distinta; o desestimar la evidencia acumulada en las etapas anteriores, ignorando lo que tienen en común. Para evitar ambos, conviene empezar por lo que la investigación ha aprendido sobre las TIC (los factores heredados de las primeras etapas) y, sobre esa base, examinar qué cambia con la IA.

QUÉ HEMOS APRENDIDO DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE TIC EN EDUCACIÓN

La investigación sobre TIC en educación, contrastada con los datos disponibles para el caso español, converge en cuatro hallazgos. Los cuatro siguen siendo válidos para la IA, y los cuatro reaparecerán (con mayor detalle) a lo largo del informe.

Lección 1:
La brecha de acceso está cerrada; las de uso, no.

La presencia de las TIC en los sistemas educativos europeos ha aumentado de forma sostenida durante las últimas dos décadas. En España, la fase inicial de acceso puede considerarse prácticamente superada.

Pero hay brechas que persisten. Los datos de PISA 2018 mostraban que solo el 52% de los centros educativos españoles disponía de una plataforma digital eficaz para la enseñanza en línea, con diferencias superiores a 30 puntos porcentuales entre comunidades autónomas[1]. El análisis también reveló que solo el 53% de los directores de centro consideraba que sus docentes tenían las habilidades técnicas y pedagógicas necesarias para integrar dispositivos digitales en la enseñanza (Zubillaga y Gortazar, 2020).

No obstante, al comparar datos de PISA 2018 y 2022 (Mata et al., 2025) se observa que, aunque las brechas de acceso se redujeron sustancialmente tras la pandemia, las de uso y de preparación pedagógica persistían. Los centros públicos seguían en 2022 unos 15 puntos por debajo de los privados en disponibilidad de plataforma, y el alumnado de entornos desfavorecidos presentaba mayores dificultades en el uso autónomo de herramientas digitales.

A esto se suma la heterogeneidad territorial. Según PISA 2022 el porcentaje de estudiantes que utiliza dispositivos digitales en **más de la mitad o casi todas las sesiones** matemáticas y lectura oscila entre el 11-13% en Cantabria y el 37-46% en el País Vasco, que incluso supera la media de la OCDE.

100%

centros con Internet (2022-23)
(MEFPD, 2024)

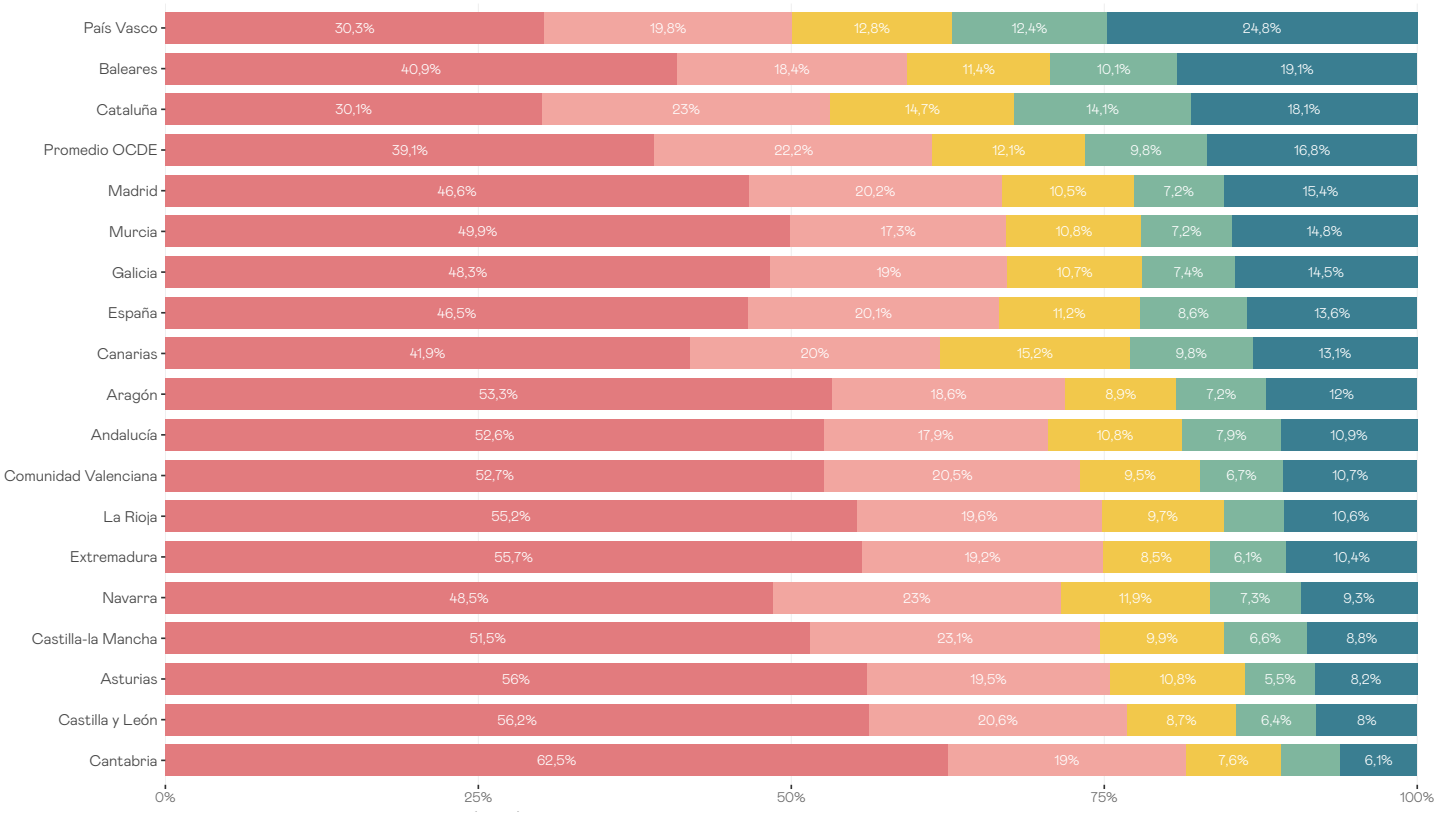
96,9%

centros con WiFi operativa
(MEFPD, 2024)

1 En Aragón, Asturias, Extremadura, C. Valenciana, Andalucía, Cantabria, Navarra y Castilla-La Mancha más de la mitad de los centros carece de recursos adecuados para proporcionar educación en línea.

Uso de dispositivos digitales en clases de Matemáticas

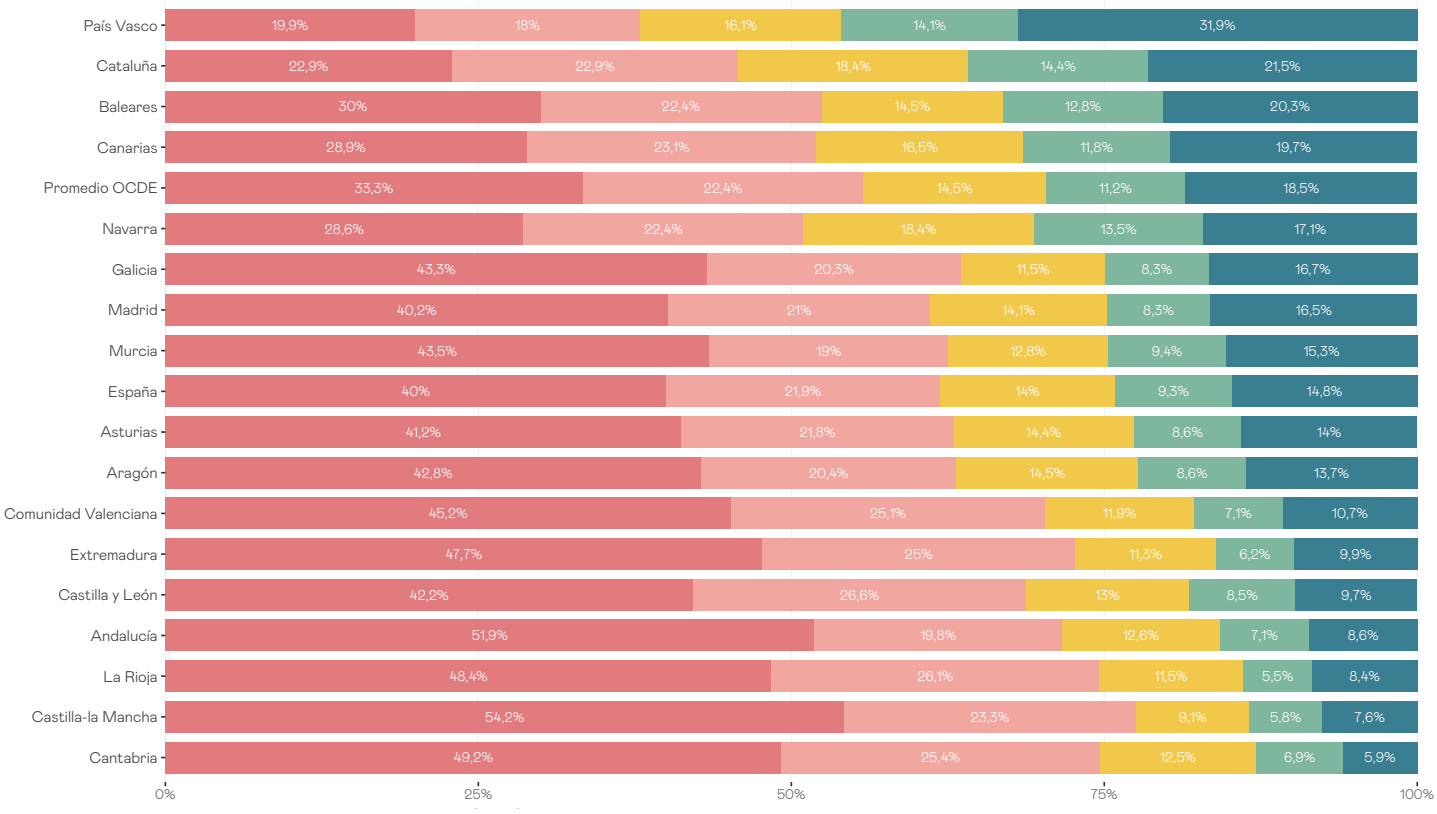
Nunca o casi nunca, En menos de la mitad, En aprox. la mitad, En más de la mitad y En todas o casi todas



Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022 (OCDE)

Uso de dispositivos digitales en clases de Lengua

Nunca o casi nunca, En menos de la mitad, En aprox. la mitad, En más de la mitad y En todas o casi todas



Fuente: Elaboración propia a partir de PISA 2022 (OCDE)

Lección 2:
Acceso sin pedagogía, resultados insuficientes.

La evidencia indica que el mero acceso a la tecnología no garantiza mejoras en el rendimiento académico. Una revisión de 126 estudios de J-PAL (2019) concluye que las iniciativas centradas exclusivamente en ampliar el acceso a ordenadores e internet, sin cambios pedagógicos asociados, no producen mejoras sistemáticas en las calificaciones ni en los resultados de pruebas estandarizadas en educación primaria y secundaria.

No obstante, estos programas sí incrementan el uso de dispositivos y fortalecen las competencias digitales del alumnado. En un contexto de creciente demanda de competencias tecnológicas en el mercado laboral, el desarrollo de las capacidades digitales constituye un objetivo relevante en sí mismo. Sin embargo, desde una perspectiva académica, el acceso por sí solo resulta insuficiente. Esto es particularmente cierto cuando la digitalización generalizada del aula no responde a un propósito pedagógico claro. En tales casos, la cuestión no es la tecnología en sí, sino la intención de uso, el tipo de actividad, el dispositivo empleado y el grado de acompañamiento docente.

No todas las formas de uso digital tienen el mismo peso. Gorjón y Osés (2023), a partir de los datos de PISA 2018 para España, Estonia y Finlandia, muestran que el efecto sobre los resultados en matemáticas varía sustancialmente según la actividad y su frecuencia: algunos usos —como navegar por internet para realizar tareas escolares— se asocian con mejoras consistentes, mientras que otros se asocian con penalizaciones que aumentan con la intensidad de uso.

Por otro lado, la evidencia muestra que, cuando la tecnología se despliega con un propósito pedagógico claro, las ganancias de aprendizaje pueden ser sustanciales. Por ejemplo, Muralidharan, Singh y Ganimian (2019) encuentran que el uso del software Mindspark —que combinaba 45 minutos de software adaptativo con 45 minutos de instrucción grupal supervisada, seis días por semana— incrementó el rendimiento del alumnado en 0,37 desviaciones estándar en matemáticas.

Además, el tipo de dispositivo también importa. Los datos de PISA 2022 muestran que el uso de un ordenador de sobremesa o portátil en el centro se asocia positivamente con el rendimiento —hasta 17 puntos más en matemáticas respecto al alumnado que nunca los utiliza—, lo que sugiere una integración más productiva en el aprendizaje escolar. Los smartphones, por el contrario, se asocian con una penalización de 11 puntos en matemáticas, lo que apunta a los riesgos de dispositivos vinculados a la distracción y con menor integración en tareas académicas guiadas.

Leccion 3:
Una mayor intensidad de uso sin propósito pedagógico puede ser contraproducente.

La evidencia anterior sugiere que la tecnología puede mejorar el aprendizaje cuando se utiliza con un propósito pedagógico claro, se inserta en modelos de instrucción estructurados y se acompaña de dispositivos adecuados, una frecuencia apropiada y el acompañamiento del profesorado. Cuando estas condiciones no se dan, la relación entre el uso de la tecnología y los resultados del alumnado se vuelve mucho más problemática.

Esto es lo que, en promedio, parecen captar las evaluaciones internacionales a gran escala. Tanto PISA 2022 en matemáticas de secundaria como PIRLS 2021 en comprensión lectora de primaria apuntan en la misma dirección: un patrón de U invertida, en el que un uso moderado se asocia a mejores resultados que una exposición muy limitada o intensiva. Esta forma refleja las condiciones típicas en las que la tecnología se despliega en los distintos sistemas educativos, a menudo sin focalización, acompañamiento o un marco pedagógico.

Este patrón refleja, por tanto, que cuando la tecnología se despliega de forma específica, guiada y pedagógica, puede mejorar el aprendizaje; cuando estos elementos faltan, un uso más intensivo puede acabar diluyendo los beneficios potenciales.

Nota metodológica para interpretar evidencia.
Cómo entender los tamaños de efecto en investigación educativa.

Los efectos de las intervenciones educativas se expresan en desviaciones estándar (sd o DE), medida que permite comparar resultados entre estudios con distintas métricas. Refleja cuánto varían las puntuaciones respecto a la media: un efecto de 0,20 sd indica que el grupo tratado obtuvo resultados superiores en 0,20 veces esa variación típica[2].

En un artículo que ya es referencia en el sector, Kraft (2020) propone evaluar los efectos considerando simultáneamente tres dimensiones: la magnitud del efecto, el coste por alumno y la escalabilidad del programa.

Tamaño del efecto	Coste por alumno			Escalabilidad
	Bajo (<$500)	Moderado ($500-<$4.000)	Alto (≥$4.000)	
Pequeño (<0,05)	Efecto peq. / coste bajo	Efecto peq. / coste moderado	Efecto peq. / coste alto	Fácil de escalar
Mediano (0,05-<0,20)	Efecto med. / coste bajo	Efecto med. / coste moderado	Efecto med. / coste alto	Razonable de escalar
Grande (≥0,20)	Efecto gde. / coste bajo	Efecto gde. / coste moderado	Efecto gde. / coste alto	Difícil de escalar

Nota: Los colores verde y rojo representan ratios de coste-efectividad más y menos favorables, respectivamente. Los umbrales de efecto y coste proporcionan puntos de partida informados empíricamente que deben adaptarse según las características de cada estudio. El coste debe tomarse en cuenta en el contexto de gasto público por alumno de Estados Unidos, superior en magnitud al caso español.

¿Por qué importan estos umbrales? Para poner en perspectiva: en quinto de primaria, el rendimiento académico mejora aproximadamente 0,40 sd a lo largo de un año escolar completo, y la escuela formal solo explica alrededor del 40% de esa ganancia. Es decir, un año entero de escolarización —con más de 1.000 horas de instrucción[3] y un gasto público superior a 7.000 euros por alumno[4]— apenas supera el umbral de efecto grande en secundaria. Por tanto, este marco permite contextualizar los resultados que se presentan a lo largo del informe: un efecto de 0,10 sd, que podría parecer modesto bajo las convenciones clásicas, es en realidad un resultado mediano y representativo del impacto típico de las intervenciones educativas evaluadas con rigor.

Fuente: Kraft, M. A. (2020). Interpreting Effect Sizes of Education Interventions. Educational Researcher, 49(4), 241–25

2 Los umbrales propuestos por Jacob Cohen (0,2 = pequeño, 0,5 = mediano, 0,8 = grande) siguen siendo ampliamente utilizados, pero resultan inadecuados para evaluar intervenciones educativas. Estos estándares se derivan de pequeños experimentos de laboratorio en psicología social, un contexto muy distinto al de las evaluaciones de políticas educativas a gran escala. El propio Cohen advirtió que sus umbrales solo debían usarse cuando no existieran mejores alternativas.

3 En el caso de primaria el tiempo de instrucción es de 789 horas y en ESO 1053 horas anuales (INEE, 2025).

4 El gasto público por alumno en educación primaria es de 6.225 euros y en ESO 7.603 euros -datos a 2022 -(INEE,2025).

Lección 4:
La tecnología enfocada a personalizar la instrucción sí funciona.

La evidencia muestra que las intervenciones que se limitan a ampliar el acceso a dispositivos, sin modificar la práctica pedagógica, producen efectos cercanos a cero sobre el rendimiento académico, como muestran los programas *One Laptop Per Child en Perú* (Cueto, Beuermann, Cristia, Malamud, & Pardo, 2025), la distribución de ordenadores en hogares de EE. UU. (Fairlie & Robinson, 2013) o los subsidios a internet en escuelas públicas (Goolsbee & Guryan, 2006).

En cambio, las intervenciones que utilizan la tecnología para personalizar la instrucción al nivel real del alumno y complementar la enseñanza docente producen efectos sustanciales:

Evidencia · Mindspark — instrucción adaptativa
Muralidharan, Singh & Ganimian (2019) · India, primaria y secundaria · 4,5 meses

Software que diagnostica el nivel del alumno y ajusta dinámicamente la dificultad de los ejercicios. Los estudiantes con acceso al programa obtuvieron mejoras significativas en matemáticas e hindi en solo 4,5 meses de acceso.

0,37 sd en matemáticas | 0,23 sd en hindi

Evidencia · Aprendizaje asistido por ordenador con juegos educativos
Banerjee, Cole, Duflo & Linden (2007) · Escuelas primarias, India

Programa de aprendizaje asistido por ordenador con juegos educativos. Un año después de finalizar la intervención, el impacto se redujo a una ganancia persistente de 0,1 sd, tanto para los estudiantes de todos los niveles como para los alumnos inicialmente rezagados.

0,35 sd año 1 | 0,47 sd año 2 | 0,10 sd ganancia persistente

Evidencia · Metaanálisis global de tecnología educativa
Haßler et al. (2025) · 189 estudios sintetizados

En países con alta preparación digital, las intervenciones de tecnología educativa muestran un impacto positivo (sd = 0.4; $p < 0,01$). Los efectos son mayores en secundaria que en primaria, y más elevados en ciencias que en matemáticas o lectura. Sin embargo, el impacto en alumnado vulnerable es limitado cuando la intervención no incorpora estrategias específicas de apoyo: el efecto promedio no es estadísticamente significativo (d = 0,05, p = 0,21), y solo alcanza una magnitud media cuando estos estudiantes forman parte de muestras amplias (d = 0,16; $p < 0,01$). Por tanto, **estos hallazgos sugieren que la tecnología, por sí sola, no corrige desigualdades estructurales.**

Evidencia · SimCalc — visualización matemática avanzada
Roschelle et al. (2010) · Texas, EE. UU. · 7.º y 8.º grado

El tratamiento permitió a los alumnos manipular funciones matemáticas y visualizar animaciones de movimiento para conectar representaciones gráficas, tabulares y algebraicas, mientras que el grupo de control siguió la instrucción habitual con capacitación docente de alta calidad. Las mejoras se concentraron en el dominio de habilidades matemáticas avanzadas sin afectar el aprendizaje básico. Estos beneficios fueron robustos en diversos entornos escolares y perfiles demográficos, evidenciando que la tecnología bien integrada puede igualar el acceso a contenidos matemáticos tradicionalmente difíciles.

0,63 sd (7.º grado) | 0,50 sd (8.º grado)

Así, la evidencia revisada permite concluir que la tecnología demuestra un valor añadido claro en al menos dos dimensiones.

→ permite llegar donde las condiciones estructurales lo dificultan: en contextos con barreras geográficas, escasez de personal docente cualificado o limitaciones logísticas, las herramientas digitales pueden garantizar el acceso a recursos educativos que de otro modo serían inviables.

→ para el desarrollo de habilidades más avanzadas como el razonamiento matemático complejo o la resolución de problemas, la tecnología bien integrada puede mejorar significativamente los resultados.

Por tanto, **la tecnología educativa bien diseñada es mejor que su ausencia**: como complemento que amplía el alcance, personaliza la instrucción y fortalece las capacidades del sistema educativo para responder a necesidades diversas.

Lo determinante no es si la tecnología está presente en el aula, sino cuándo, para qué y con qué diseño pedagógico se incorpora.

QUÉ CAMBIA (Y QUÉ NO) CON LA IA

A diferencia de las TIC tradicionales, la IA no solo automatiza tareas: puede generar contenido y simular interacciones educativas. Esto la convierte en una herramienta con un potencial de complementariedad mayor que las anteriores, pero también con un riesgo de sustitución más agudo, especialmente entre los alumnos más jóvenes, cuyas funciones ejecutivas están en pleno desarrollo. La pregunta, entonces, es si la evidencia emergente sobre IA confirma o matiza los cuatro hallazgos de las TIC. Los estudios causales disponibles, todavía incipientes, apuntan en una dirección clara: el mismo principio organizador sigue vigente, si acaso acentuado.

La IA funciona cuando es un complemento.

La evidencia causal sobre IA en educación es aún limitada pero creciente y apunta a un principio organizador: el impacto depende de si la IA opera como complemento del esfuerzo cognitivo y didáctico, no como sustituto de este.

Evidencia · IA generativa con y sin guardarraíles
Bastani et al. (2025) · Experimento aleatorizado · Secundaria, matemáticas

Comparan tres condiciones durante sesiones de práctica en clase: (i) sin IA, (ii) acceso a un *chatbot* impulsado por genAI y (iii) acceso a un tutor con guardarraíles de aprendizaje que evita dar la solución completa y ofrece pistas paso a paso. Los resultados evidencian que el acceso al *chatbot* mejora las notas un 48% y el tutor un 127% respecto al grupo control. Sin embargo, cuando se retira la IA, los estudiantes que usaron *chatbot* base (sin guardarraíles) obtienen resultados más bajos que quienes nunca tuvieron IA (≈ 17% de caída en la nota del examen). No obstante, ese efecto negativo se mitiga con el tutor: el efecto negativo desaparece, aunque sin generar mejoras claras en el examen. Estos resultados ponen de relieve el efecto potencial que puede tener la IA cuando se usa con mínima supervisión y orientación adulta, cuando reemplaza en lugar de mejorar el pensamiento y cuando los estudiantes carecen de la preparación adecuada para un uso productivo.

Evidencia · DytectiveU — IA adaptativa con diseño pedagógico
Cuevas-Ruiz, Rello, Sanz & Sevilla (2025) · 264 escuelas públicas, Comunidad de Madrid
5 cursos (2019-2023) · Iniciativa "Ayuda Dislexia"

A diferencia de un chat de IA generativa, *DytectiveU* incorpora guardarraíles pedagógicos desde su propio diseño: adapta el contenido al nivel de desarrollo y al desempeño de cada estudiante, evitando tanto la frustración derivada de una dificultad excesiva como la sustitución del esfuerzo cognitivo. Además, no se limita a personalizar la intervención, sino que se apoya en una herramienta previa de detección y medición de dificultades lectoras —*Dytective Test*—, lo que permite ajustar la experiencia de aprendizaje con mayor precisión desde el inicio.

Los autores estiman que cada sesión adicional incrementa el progreso lector en un 2,4% de una desviación estándar. El efecto es mayor entre los estudiantes más jóvenes, en etapas tempranas de desarrollo cognitivo y mayor plasticidad neuronal, lo que confirma la importancia de la personalización durante las fases iniciales de adquisición lectora.

Además, la retroalimentación adaptativa mantiene el nivel de involucramiento del estudiante a lo largo de un amplio rango de sesiones, con rendimientos marginales positivos hasta aproximadamente 154 sesiones. Cuando la IA está diseñada para complementar el proceso de aprendizaje, adaptándose al alumno sin darle las respuestas, los beneficios se sostienen en el tiempo. El programa opera con mínima dependencia del docente y un coste limitado, lo que lo convierte en un modelo potencialmente escalable.

+2,4% sd por sesión (≈ 1 mes de aprendizaje)

Evidencia · IA orientada al docente
Wang et al. (2025), Dennison et al. (2025), Gallup & Walton Family Foundation (2025)

La evidencia también muestra que la IA puede elevar la calidad de la enseñanza cuando se orienta al docente. Estudios recientes documentan cómo herramientas de IA integradas en tutorías mejoran las prácticas pedagógicas de tutores con menor experiencia, reducen el tiempo de planificación docente y generan ahorros equivalentes a varias semanas al año en tareas administrativas.

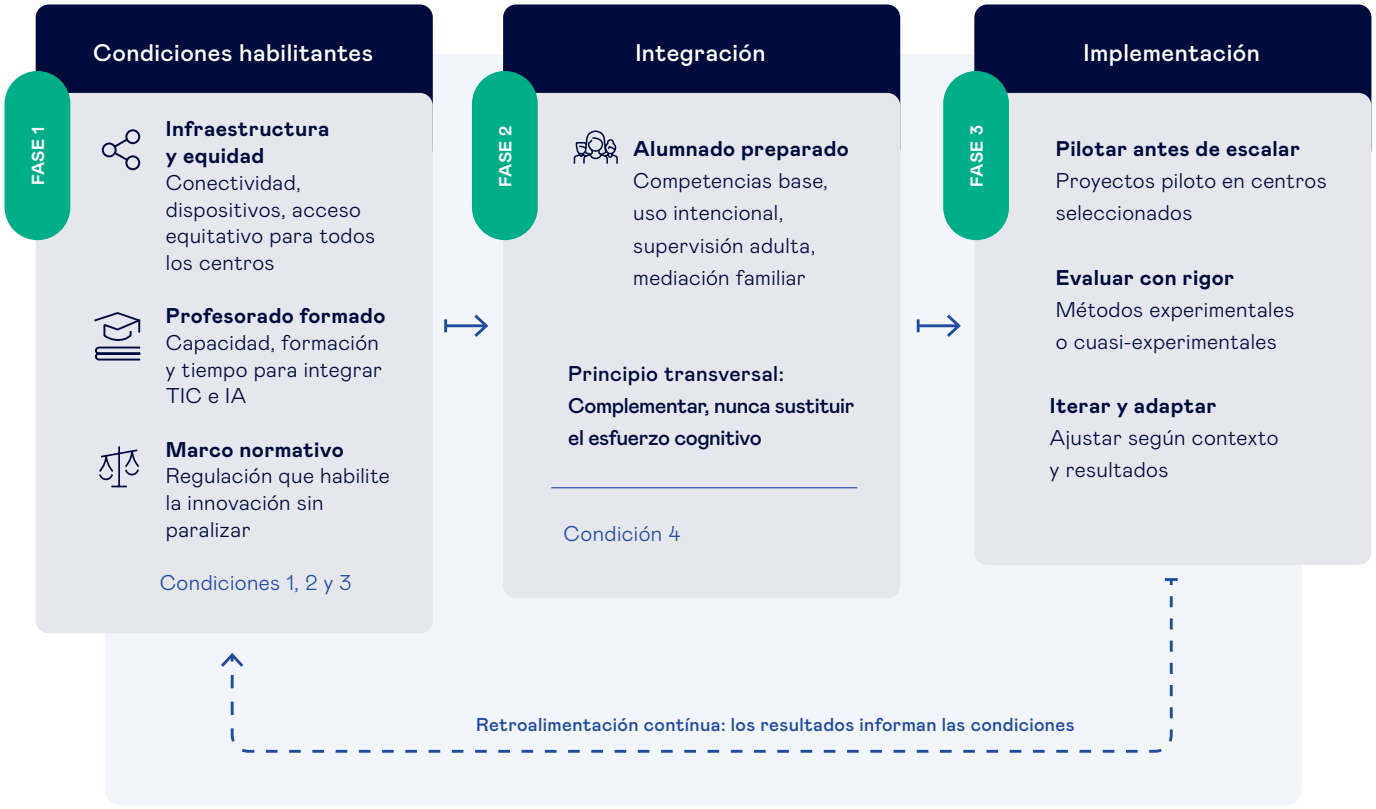
En conjunto, la evidencia acumulada y la experimental emergente sobre la IA convergen con los factores heredados de la ola anterior: las TIC y la IA mejoran el aprendizaje cuando complementan el esfuerzo didáctico elevando alcance, calidad, personalización y eficiencia, pero no tienen efecto cuando no existe esta intencionalidad, o incluso lo deterioran cuando sustituyen el esfuerzo cognitivo de alumnos o docentes. Este riesgo es mayor en edades más tempranas, donde las funciones ejecutivas y los vínculos relacionales están en pleno desarrollo.

Por tanto, el éxito no depende de la existencia de tecnología en sí, sino de su diseño y cómo opera con las condiciones del ecosistema educativo que la recibe. La pregunta que guiará las secciones a continuación será: ¿está España en condiciones de aprovechar el potencial de complementariedad de las TIC y la IA, o existen brechas estructurales que limitan su implementación efectiva? Y, sobre todo: ¿qué debe hacer para cerrarlas?

S2 Cómo incorporar la nueva ola de *edtech* al sistema educativo español

Dado que priorizar la dotación de herramientas sin atender las condiciones pedagógicas, organizativas e institucionales conduce a resultados insuficientes, este informe examina las condiciones necesarias para una integración efectiva, organizadas en tres fases.

Marco para la integración efectiva de las TIC y la IA en el sistema educativo



La primera fase agrupa las condiciones habilitantes: la infraestructura digital y el acceso equitativo, sin los cuales ninguna intervención tecnológica es viable; la formación y el tiempo del profesorado para integrar las TIC y la IA de forma pedagógicamente productiva; y un marco normativo que habilite la innovación.

La segunda fase aborda la integración en el aprendizaje: un alumnado que use la tecnología de forma intencional, con las competencias base y la supervisión necesaria para que las TIC y la IA complementen su esfuerzo cognitivo en lugar de sustituirlo.

La tercera fase (la implementación, evaluación e iteración) reconoce que la integración tecnológica no es un despliegue puntual sino un proceso que requiere pilotar, medir resultados y adaptar.

FASE 1: CONDICIONES HABILITANTES PARA QUE LAS TIC Y LA IA FUNCIONEN

FASE 1 | Infraestructura y equidad digital | Profesorado | Marco normativo

Una herramienta de instrucción adaptativa no puede funcionar sin conectividad fiable; un sistema de IA solo puede escalar la calidad pedagógica si existen docentes capacitados y dispuestos a integrarlo; y los guardarraíles de aprendizaje solo operan si las instituciones educativas establecen marcos normativos claros.

Esta sección examina estas condiciones habilitantes evaluando, en cada caso, el estado actual de España y las brechas que persisten, para sugerir cómo cerrarlas.

Condición 1: Infraestructura y equidad digital

Aunque la fase inicial de acceso a infraestructura digital está prácticamente superada en España y la ratio de dispositivos por alumno ha mejorado tras la pandemia, persisten brechas que condicionan la viabilidad de las intervenciones más efectivas.

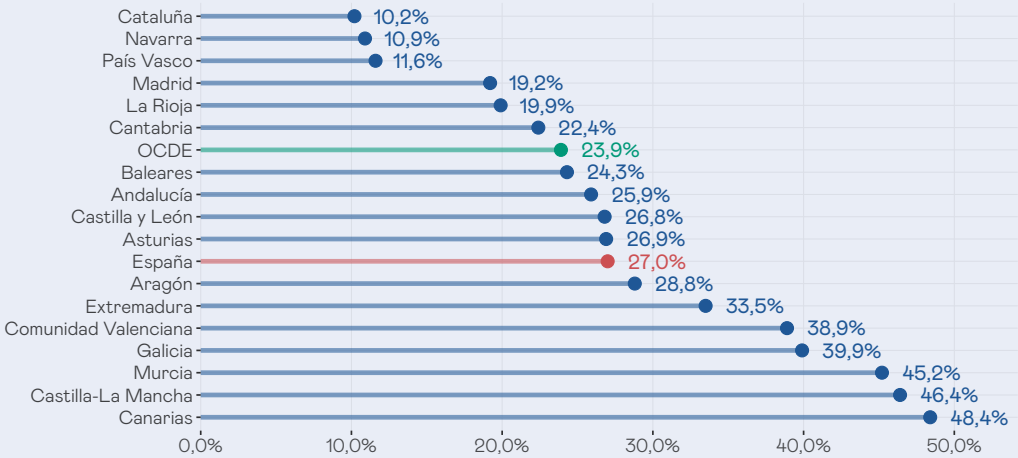
Los programas de instrucción adaptativa que requieren conectividad estable y dispositivos funcionales para cada alumno no pueden implementarse de forma equitativa si la infraestructura varía sustancialmente entre territorios y tipo de centros. Del mismo modo, las herramientas de IA orientadas al docente necesitan una base tecnológica mínima para operar.

Contexto · Algunas carencias desiguales que persisten

Con datos de 2022 para alumnado de 15 años, los centros públicos seguían 15 puntos por debajo de los privados en disponibilidad de plataforma digital para la enseñanza, y las diferencias entre comunidades autónomas superaban los 30 puntos porcentuales en preparación digital (Zubillaga & Gortazar, 2020; Mata, Zubillaga & Gortazar, 2025). Además, el alumnado de entornos socioeconómicos desfavorecidos presenta mayores dificultades en el uso autónomo de herramientas digitales.

Estas desigualdades también se reflejan al analizar distintas variables a nivel de comunidad autónoma. El 27% de los estudiantes de 15 años en España asiste a centros cuyos directores reportan que su capacidad para impartir enseñanza se ve obstaculizada por la falta de recursos digitales. Este valor es superior al promedio de los países de la OCDE. Además, siete CCAA presentan porcentajes por encima de la media nacional.

Porcentaje de estudiantes en centros que reportan que su capacidad para impartir enseñanza se ve obstaculizada por falta de recursos digitales



Fuente: PISA 2022. Se consideraron aquellos que respondieron 'en cierta' o 'en gran medida'.

Estas diferencias territoriales pueden explicarse por:

1. El gasto público por alumno, que varía hasta en 3.700 euros anuales entre comunidades (Ivie, 2025). Las tres comunidades con menor percepción de carencia digital (Cataluña, Navarra y País Vasco) coinciden con las que registran un mayor gasto educativo por alumno, mientras que las comunidades con valores más bajos de gasto por estudiante presentan los porcentajes más altos de obstaculización.

2. Priorización del gasto educativo. Las diferencias no se explican solo por la desigualdad de recursos derivada de la financiación autonómica, sino también por la decisión política de cada gobierno (Ivie, 2025): Andalucía, por ejemplo, pese a tener un PIB per cápita inferior a la media, destina cerca del 30% de sus recursos totales a educación —el mayor esfuerzo relativo del país junto a Murcia y la Comunitat Valenciana—, lo que podría contribuir a que su porcentaje de centros con carencias digitales percibidas (25,9%) se sitúe muy cerca de la media nacional.

3. La composición de la red escolar también podría influir en estas cifras. La mayor diferencia en términos de brecha escolar no se da ni entre territorios ni por el nivel socioeconómico de las familias, sino por el tipo de titularidad de los centros (Mata, Zubillaga, & Gortazar, 2025), que deja en desventaja a las escuelas públicas. Incluso controlando por nivel socioeconómico, las diferencias público-concertado/privado persisten.

El objetivo relevante es que cada conjunto de alumnado disponga de dispositivos y conectividad suficientes para garantizar el acceso individual cuando la actividad lo requiera, sin que la infraestructura se convierta en un cuello de botella. Esto puede lograrse:

→ Mediante dispositivos provistos en aquellos hogares que no dispongan o no puedan disponer de ellos. Un 9,2% de los hogares españoles con menores de entre 6 y 17 años no dispone de ordenador. En zonas como Andalucía o Canarias alcanza el 13%-15%, mediado por la renta: la cifra es del 23% entre el quintil de hogares de menor ingreso. Lo que, junto a otros factores relacionados con el diseño e implementación de la estrategia pedagógica, motiva el siguiente punto.

→ A través de dispositivos dotados por el centro. Tras un primer ciclo de ordenadores fijos, la creciente portabilidad ha incentivado esta vía: el programa #EcoDigEdu, con 989 millones de euros, iba destinado principalmente a ello. Asimismo, la vulnerabilidad del alumnado —acompañado de mecanismos efectivos de monitoreo y seguimiento— debe seguir siendo un elemento central en la asignación de fondos y en el diseño de los programas, para evitar que la transición digital amplíe las desigualdades educativas existentes.

Condición 2: Un profesorado con tiempo, acceso y capacidad para integrar las TIC y la IA



La evidencia internacional muestra que la IA puede funcionar como tecnología de escalamiento de *expertise* docente, con mayores beneficios para profesores con menor experiencia (Wang et al., 2025), y que puede reducir significativamente el tiempo dedicado a tareas de planificación y administración (Dennison et al., 2025; Gallup y Walton Family Foundation, 2025). La pregunta es entonces doble: ¿qué condiciones necesita la tecnología para funcionar con el profesorado, y dispone el profesorado español de esas condiciones? Esta sección responde a ambas y termina identificando tres objetivos donde la IA puede aportar valor concreto al docente: reducir la carga administrativa, escalar la retroalimentación y proteger el clima de aula.

Contexto · Un profesorado con sobrecarga

El profesorado español opera hoy en un entorno que combina sobrecarga administrativa, adaptación constante a cambios normativos y un clima de aula deteriorado. Los datos de TALIS 2024 y PISA 2022 permiten dimensionar esa presión.

Porcentaje de docentes que informan las siguientes razones como fuentes de estrés

Resultados basados en las respuestas de docentes en España, OCDE-27 y UE-22



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de TALIS (OCDE) 2024 | EsadeEcPol

Fuentes de estrés docente (TALIS 2024, secundaria). España se sitúa por encima de la OCDE en las cinco principales fuentes de estrés declaradas, con brechas especialmente marcadas en:

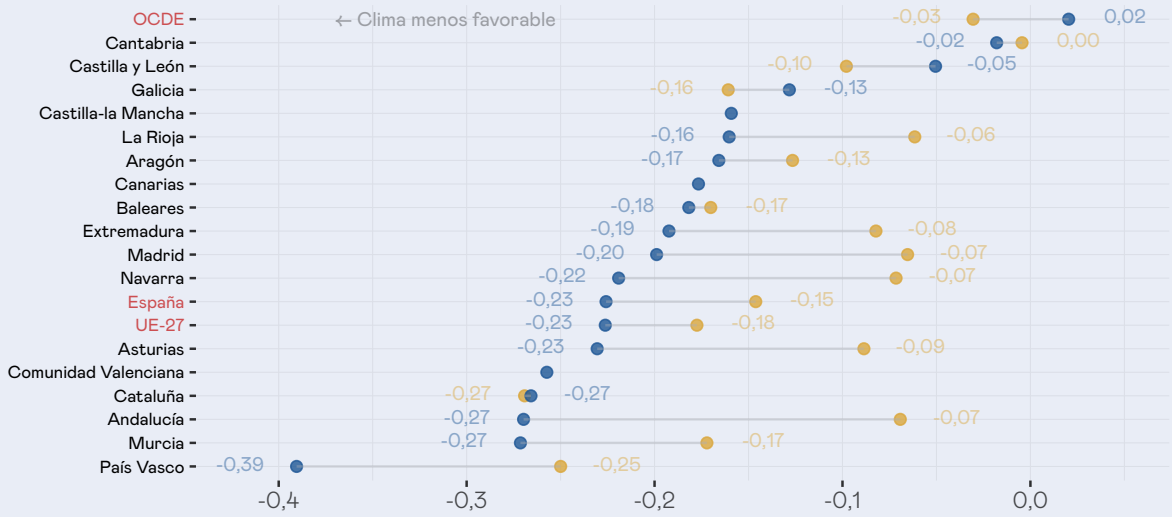
- Carga administrativa: 12,6 puntos por encima de la OCDE.
- Adaptación al cambio curricular: 23,8 puntos por encima.
- Cumplimiento de requisitos de las autoridades educativas: 17,3 puntos por encima.

El patrón se reproduce en primaria, donde el cambio curricular (63,1 %), la carga administrativa (60,1 %) y los requisitos normativos (52,4 %) encabezan también el malestar.

Coste en tiempo. Los docentes españoles de secundaria dedican 18,03 horas semanales a tareas no lectivas —planificación, corrección, administración y comunicación con familias—, 1,65 horas más que la media de la UE.

Clima de aula (PISA 2012–2022). El clima de aula en matemáticas ha empeorado en España más que en la OCDE y la UE-27. La caída es especialmente pronunciada en Asturias, Andalucía, Cataluña, Murcia y País Vasco; Galicia y Castilla y León son las únicas comunidades que mejoran en el periodo. Como correlato conductual, el 38 % del alumnado español declara que sus compañeros no escuchan al profesor en la mayoría de las clases (30 % en la OCDE) y un tercio reporta distracciones con dispositivos digitales propios o ajenos.

Cambio entre 2012 y 2022 del clima de aula: en matemáticas a los 15 años en Secundaria



Fuente: PISA (2012 y 2022) | EsadeEcPol.
Nota: El índice toma valor cero para la muestra de 2012 y 2022 unificada en la OCDE en PISA.
El índice está expresado en la proporción desviaciones estandar de toda la muestra. El índice está construido mediante un análisis Rasch bayesiano que crea un valor que maximiza la verosimilitud de las respuestas recogidas de 5 items del cuestionario de alumnado. La pregunta es la siguiente: ¿Con qué frecuencia ocurren estas cosas en tus clases de matemáticas? Respuestas: [Todas las clases; la mayoría de las clases; algunas clases; nunca o casi nunca]
a) Los estudiantes no escuchan lo que dice el profesor
b) Hay ruido y desorden
c) El profesor tiene que esperar mucho tiempo para que los estudiantes se callen
d) Los estudiantes no pueden trabajar bien
e) Los estudiantes no comienzan a trabajar durante mucho tiempo después de que comienza la lección.

La IA se introduce en un sistema donde el tiempo docente ya está tensionado por tareas no lectivas y donde el clima de aula se está deteriorando. Evaluar "qué funciona" exige ponderar, además del impacto pedagógico, el efecto sobre estas dos dimensiones.

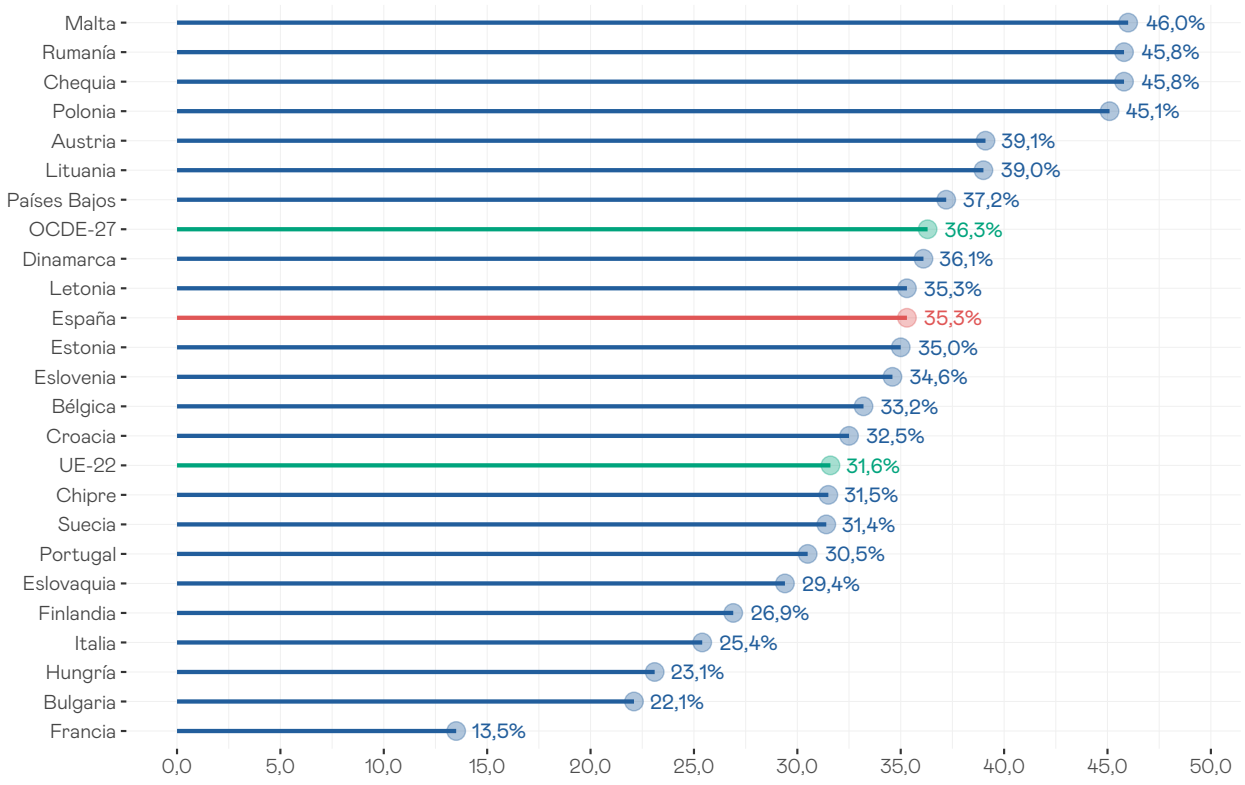
Sobre este trasfondo de sobrecarga, la pregunta es cómo ha aterrizado la IA en el profesorado español. Los datos dibujan un punto de partida con tres rasgos: adopción comparable al entorno, infraestructura similar a la OCDE, y un perfil de uso concentrado en la planificación.

La adopción de la IA avanza, pero con un perfil específico

El nivel de adopción no es especialmente bajo para el entorno. Los datos de TALIS 2024 para educación secundaria inferior (equivalente a la ESO)[5] muestran que el 35,3 % del profesorado español declara haber utilizado inteligencia artificial en su trabajo: una proporción superior a la media europea (31,6 %), aunque inferior al promedio de la OCDE (36,3 %).

5 TALIS 2024 mide el uso de IA en educación secundaria inferior (ISCED 2). Los datos de primaria no incluyen preguntas específicas sobre adopción de IA.

Porcentaje de docentes que reportan haber utilizado IA



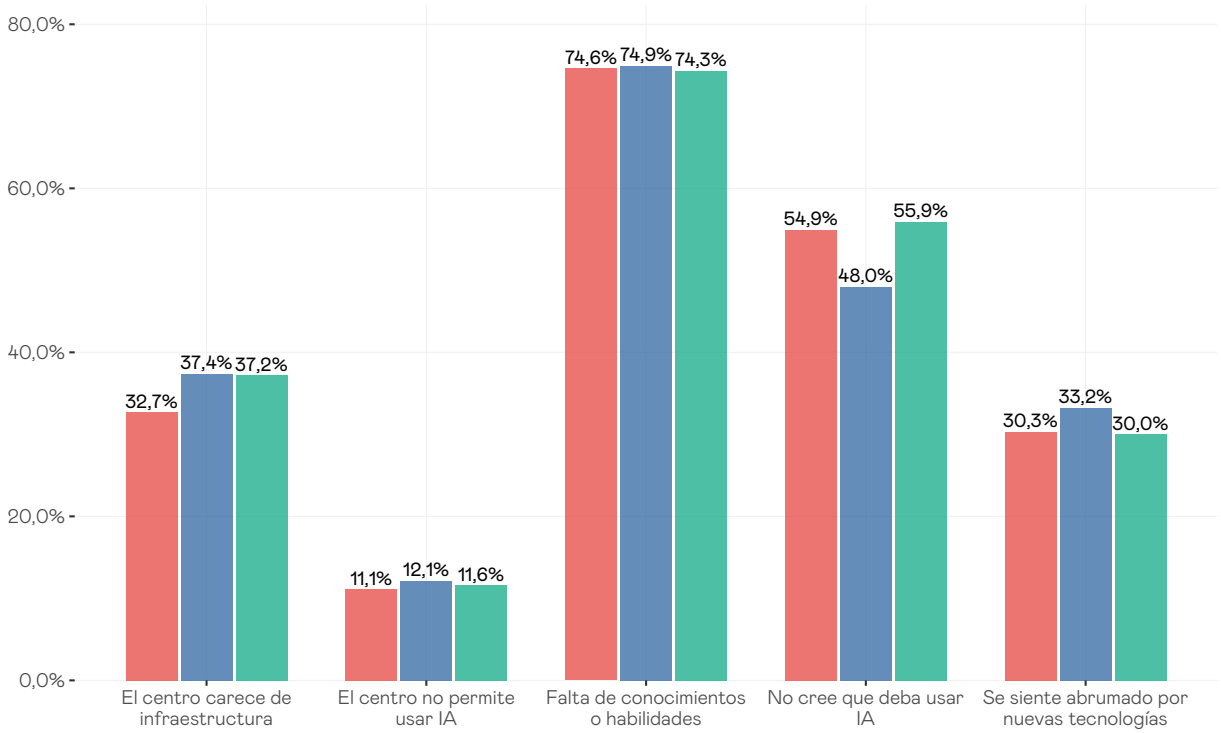
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de TALIS (OCDE) 2024 | EsadeEcPol

La infraestructura es insuficiente, pero es un reto común a las economías avanzadas. Un 32,7% de los docentes españoles señala que su centro carece de infraestructura adecuada para el uso de IA —una barrera que conecta directamente con las condiciones institucionales y de equipamiento analizadas anteriormente. Estos datos están a la par con Europa y la OCDE, es decir, no es solo un reto español sino de países de renta alta/europeos.

Sí se identifica un perfil de uso concentrado en la planificación. El uso más extendido es la generación de planes de clase o actividades (68,8 %), una proporción superior a la media de la OCDE (63,7 %) y de la UE (63,9 %). En cambio, España se sitúa notablemente por debajo en usos vinculados a la búsqueda y síntesis de información (49,0 % frente a ~67 % OCDE/UE) y en tareas de retroalimentación y seguimiento: solo el 20,7 % usa IA para redactar textos de *feedback* o comunicaciones con familias (frente a ~31-32 % OCDE/UE) y apenas el 14,7 % para revisar datos de participación del alumnado (~25-26 % OCDE/UE).

Porcentaje de docentes que informan las siguientes barreras para usar IA

Resultados basados en las respuestas de docentes en España, OCDE-27 y UE-22



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de TALIS (OCDE) 2024 | EsadeEcPol

La inestabilidad normativa puede ayudar a explicarlo: en un contexto de constantes y recientes cambios curriculares (con la implementación de la LOMLOE), los docentes concentran el uso de la IA donde la demanda regulatoria es más intensa (elaboración de programaciones, adaptaciones curriculares).

La falta de formación: primera barrera de integración

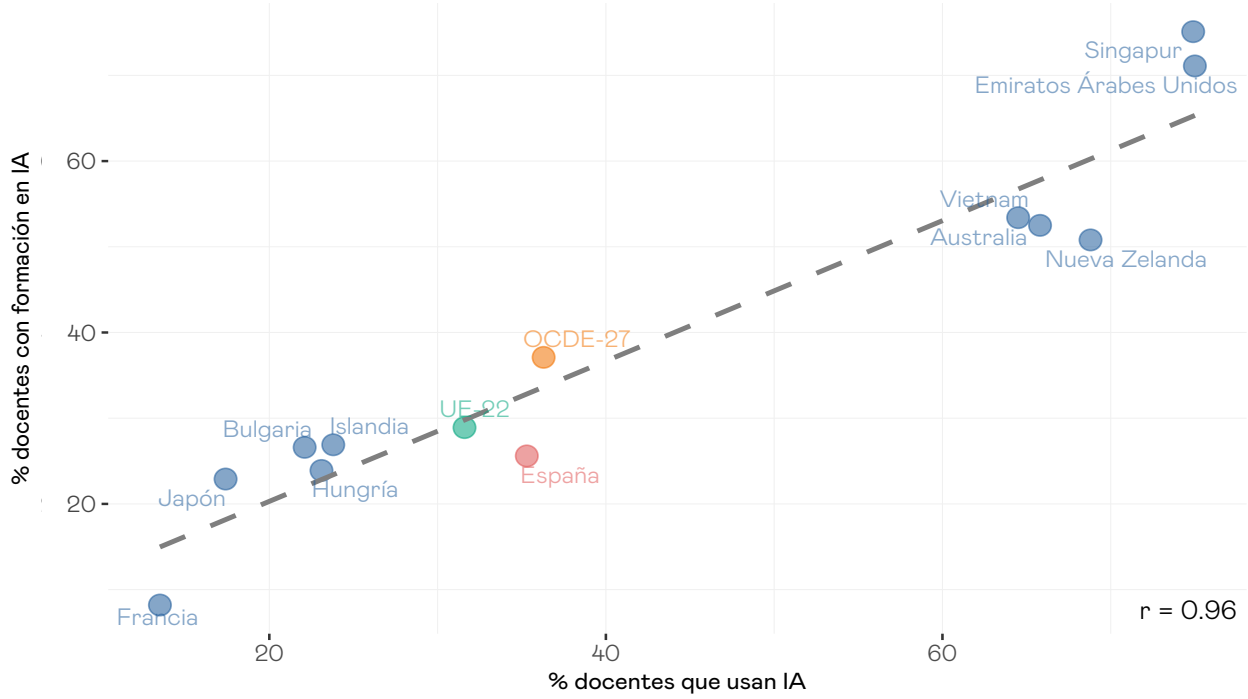
Para que este avance continúe y se expanda debe atenderse la principal barrera del profesorado: la falta de acceso e incentivos para formarse. Los datos de TALIS evidencian que la principal barrera para el uso de la IA es la carencia de conocimientos o habilidades específicas para utilizarla de manera adecuada (74,6% en España)[6]. Además, los docentes también señalan incertidumbre respecto a si deberían emplearla y una sensación de sobrecarga ante la incorporación de nuevas tecnologías.

El aspecto crítico queda ilustrado por la brecha entre necesidad formativa declarada y formación efectivamente recibida. El 24,2% de los docentes en España (18,7% para la media de la OCDE) que reportaron un "alto nivel de necesidad" de formación en el uso de IA para la enseñanza no han participado en actividades formativas relacionadas. Esta brecha es mayor en el ámbito de la IA que en áreas como la gestión del aula (11,9%) o la enseñanza a estudiantes con necesidades educativas especiales (16%).

Además, existe una correlación alta y positiva entre el porcentaje de docentes que utilizan IA y el porcentaje que reporta haber recibido formación en esta materia: los países con mayor proporción de docentes que utilizan IA son, en general, aquellos donde al menos el 50 % del profesorado ha recibido formación en IA. España tiene más profesores que la media usando IA, pero, a la vez, menos formados.

6 Este porcentaje asciende a 81% en primaria.

Relación entre formación del profesorado en IA y adopción



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de TALIS (OCDE) 2024 | EsadeEcPol

Por qué no se puede acceder a la formación. Al analizar los factores que explican por qué los docentes consideran que es difícil acceder a la formación, se observa que, en el conjunto de países de la OCDE, la UE y en España las principales razones coinciden: falta de tiempo debido a otras responsabilidades, ausencia de incentivos para participar en actividades de desarrollo profesional y conflictos entre la formación y el horario laboral (TALIS, 2024).

No obstante, la falta de incentivos para participar en actividades de desarrollo profesional destaca especialmente como factor explicativo en España. Mientras que el promedio de la OCDE para este factor es del 45,7 %, en España asciende al 70,1 %, una diferencia considerable respecto al resto de países analizados (y es especialmente cierto para docentes con más de 10 años de experiencia).

Estas carencias no solo limitan la capacidad de los docentes para integrar la IA en tareas más sofisticadas, sino que también contribuyen a que desconozcan sus potenciales ventajas para la enseñanza.

Por tanto, vemos que una de las principales barreras para la adopción de la IA **no es tecnológica, sino humana y de recursos: sin formación específica, apoyo institucional y tiempo protegido para la integración pedagógica, el profesorado no puede aprovechar el potencial de la IA como herramienta de complemento. Cerrar la brecha formativa es condición necesaria para que las TIC y la IA generen mejoras reales.**

Formación sin estructura no basta

Pero cerrar la brecha formativa es condición necesaria, no suficiente. Aunque un docente esté formado, la tecnología no produce resultados si el centro no le proporciona las condiciones organizativas para usarla de forma sostenida. La evidencia más reciente lo muestra con claridad.

Evidencia · Khan Academy — apoyo a la implementación
Oreopoulos, Keyes-Krysakowski y Agarwal (2026) · Uttar Pradesh, India · Secundaria

En un ensayo aleatorizado en 83 escuelas secundarias públicas residenciales de Uttar Pradesh (India), los autores evaluaron si el fortalecimiento de la estructura de implementación podía aumentar la cantidad y calidad del uso de la plataforma de aprendizaje asistido por computadora *Khan Academy.* Todas las escuelas tenían acceso a la plataforma, pero las escuelas de tratamiento recibieron un responsable de laboratorio dedicado a asegurar la conectividad, proteger el tiempo de práctica semanal, supervisar el uso en clase, coordinar el contenido con los docentes y hacer seguimiento del progreso.

Los resultados muestran un contraste radical. Sin el apoyo estructurado, el uso promedio de la plataforma era de apenas 7,2 minutos semanales: prácticamente nulo. Con el responsable de laboratorio, el uso aumentó a 47,4 minutos semanales. Los estudiantes en las escuelas de tratamiento obtuvieron entre 0,44 y 0,47 desviaciones estándar más en la evaluación de matemáticas al final del curso. El resultado evidencia que la restricción vinculante no es la tecnología ni el contenido, sino la presencia de estructuras organizativas que garanticen un uso instruccional sostenido.

Evidencia · Tutor CoPilot — IA como coaching docente
Wang et al. (2025) · EE. UU. · Primaria y secundaria

Wang et al. (2025) evalúan *Tutor CoPilot,* un sistema de IA integrado en tutorías online de matemáticas que proporciona sugerencias pedagógicas inmediatas al tutor durante la interacción con el estudiante. En el estudio participaron aproximadamente 900 tutores y 1.800 estudiantes de primaria y secundaria pertenecientes a comunidades históricamente marginadas.

Los resultados muestran un efecto positivo sobre el aprendizaje a corto plazo. En promedio, los estudiantes cuyos tutores contaron con *Tutor CoPilot* tuvieron 4 puntos porcentuales más de probabilidad de demostrar dominio del contenido en comparación con el grupo de control ($p<0,01$). El efecto se concentra especialmente en tutores con menor experiencia o desempeño inicial más bajo. En particular, los estudiantes atendidos por tutores novatos obtuvieron una mejora mayor (9 puntos porcentuales) frente a sus pares en el grupo control. Este patrón sugiere que la IA puede funcionar como una tecnología de "escalamiento de *expertise*", reduciendo brechas en la calidad pedagógica donde el capital humano docente es más heterogéneo.

El estudio identifica mecanismos coherentes con prácticas docentes efectivas: al analizar más de 550.000 mensajes, los autores muestran que *CoPilot* aumenta el uso de estrategias que promueven comprensión (p. ej., formular preguntas orientadoras o pedir al estudiante que explique su razonamiento) y reduce la tendencia a revelar directamente la respuesta. Entrevistas con tutores respaldan que el sistema facilita responder a necesidades del alumnado en el momento, aunque también señalan limitaciones como recomendaciones a veces poco adecuadas al nivel del estudiante.

Las investigaciones de Copur-Gencturk et al. (2024) y Demszky et al. (2023) refuerzan estos hallazgos al demostrar que la retroalimentación personalizada de la IA permite escalar prácticas pedagógicas de alta calidad, beneficiando significativamente a instructores con menor experiencia previa. En conjunto, **la tecnología solo produce resultados cuando se dan condiciones institucionales específicas:** personal de apoyo dedicado, tiempo protegido para la práctica, coordinación con el currículo existente y seguimiento sistemático del uso.

Formación docente y estructura de apoyo institucional son, por tanto, las dos condiciones que delimitan el margen de actuación. Dentro de ese margen, la evidencia identifica tres ámbitos concretos donde la IA puede aportar valor al docente. Para cada uno resumimos a continuación la evidencia disponible, la situación en España y lo que quedaría por hacer.

Dos frentes donde la IA aporta valor al docente

1. Sobrecarga administrativa y adaptación curricular

¿Qué dice la evidencia?

No existen ensayos aleatorizados que demuestren que la IA reduce la carga administrativa docente, pero encuestas representativas a gran escala (Gallup y Walton Family Foundation, 2025; N=2.232 docentes de escuelas públicas K-12 en EE. UU) muestran que los docentes que utilizan IA semanalmente estiman ahorrar ~5,9 horas/semana, con un 81% que reporta ahorro en tiempo gracias al apoyo para tareas administrativas. En España, la Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno (2025) calcula que la IA podría liberar hasta un día de trabajo semanal, tiempo que los docentes podrían destinar a ofrecer una atención más personalizada al alumnado, continuar su formación o implicarse en mayor medida en la gestión de sus centros.

Escuelas y ministerios de educación en distintos países ya utilizan herramientas de este tipo para análisis predictivos, seguimiento de asistencia o sistemas de alerta temprana, como *Civitas, PowerSchool o PraxiSchool* (Burns et al., 2026).

Adopción en España (TALIS 2024)

En España, solo el 37,1% de los docentes en secundaria y el 43,4% en primaria reporta utilizar IA para automatizar tareas administrativas.

Condiciones pendientes

- Formación específica, debidamente acompañada y dentro del horario laboral sobre el uso de IA para la gestión administrativa, que incluya, por ejemplo, la automatización de informes, actas o programaciones mediante plantillas y prompts adaptados al contexto escolar.

- Antes de incorporar soluciones tecnológicas, deben revisarse los procesos administrativos existentes para identificar aquellos que resulten innecesarios o redundantes no solo para el profesorado sino para el conjunto de la comunidad escolar. Como señala la OCDE, a nivel del sistema suele haber un amplio margen para simplificar el trabajo administrativo generado por los procedimientos burocráticos y de rendición de cuentas (OCDE, 2021). Automatizar sin esta revisión previa conlleva el riesgo de perpetuar e incluso amplificar ineficiencias existentes. **La sobrecarga es, en gran medida, un problema institucional que requiere soluciones organizativas, no solo tecnológicas.**

- Son necesarios marcos regulatorios que garanticen seguridad jurídica y guías éticas para el manejo de datos personales, así como infraestructura de datos integrada e interoperable.

2. Corrección, calificación y retroalimentación

¿Qué dice la evidencia?

Aunque la automatización de la corrección es uno de los usos más demandados, la evidencia causal disponible se centra en un ámbito distinto pero complementario: la retroalimentación automatizada sobre la práctica pedagógica del docente.

Evidencia · M-Powering Teachers — feedback automatizado a docentes
Demszky et al. (2023) · RCT con 1.136 instructores

Demszky et al. (2023) demuestran en un RCT con 1.136 instructores que la herramienta M-Powering Teachers mejoró el uptake de ideas de estudiantes por parte de los instructores en un 13%, con evidencia sugestiva de mejora en la satisfacción de los estudiantes y la finalización de tareas.

Evidencia · Feedback de IA vs. feedback humano
Demszky et al. (2025) y Banihashem et al. (2025) · K-12 y metaanálisis (41 estudios, 4.813 estudiantes)

Demszky et al. (2025; Computers & Education): RCT en aulas presenciales K-12. El feedback automatizado aumentó el uso de preguntas de enfoque en un 20%, aunque no se trasladó a otras prácticas instruccionales. Un metaanálisis reciente (Banihashem et al., 2025; 41 estudios, 4.813 estudiantes) no encontró diferencias significativas en rendimiento entre estudiantes que recibieron feedback de IA y feedback humano (Hedges' g = 0,25, no significativo), sugiriendo que el feedback de IA puede ser tan efectivo como el humano.

Adopción en España (TALIS 2024)

Solo el 20,7% de los docentes españoles usa IA para redactar textos de *feedback* o comunicaciones con familias (frente a ~31-32% en OCDE/UE). El 21,9% usa IA para calificar el trabajo del alumnado.

Condiciones pendientes

- Formación sobre usos pedagógicos avanzados de la IA[7], más allá de la planificación, impartida dentro del horario laboral. Esta formación debería incluir no solo competencias técnicas, sino también criterios para evaluar críticamente los resultados generados por IA y protocolos de supervisión humana que preserven la agencia pedagógica del docente.

Los datos anteriores revelan un patrón común: en los dos primeros desafíos (sobrecarga administrativa y retroalimentación), la IA puede aportar valor si se garantizan condiciones de formación, supervisión humana y regulación adecuada, aunque la evidencia causal rigurosa sigue siendo escasa. Ahora bien, este balance debe interpretarse teniendo en cuenta que la evidencia revisada en esta sección se basa en la primera generación de modelos de IA generativa desplegados en el ámbito educativo. Es razonable anticipar que las capacidades de estos modelos seguirán mejorando de forma acelerada, con implicaciones directas para las áreas analizadas (sobrecarga administrativa y retroalimentación), ya que se trata precisamente de ámbitos en los que los avances técnicos recientes son más pronunciados. Sin embargo, una tecnología más capaz no compensará por sí sola un sistema que no ha invertido en la capacidad de su profesorado para utilizarla. Si se quieren aprovechar los avances que están por venir, es necesario preparar y apoyar hoy a los docentes mediante formación específica, tiempo protegido y estructuras institucionales que conviertan el potencial tecnológico en una mejora real de la práctica educativa.

7 Según el marco propuesto por UNESCO (2025), la formación debería cubrir progresivamente cinco dimensiones —mentalidad centrada en el humano, ética de la IA, fundamentos técnicos, pedagogía con IA y administración profesional— llevando al docente desde un nivel de adquisición (comprender y usar herramientas) hasta uno de creación (diseñar experiencias de aprendizaje transformadas por IA), alineado con el contexto escolar.

Condición 3: Un marco institucional y normativo que habilite sin paralizar



Las condiciones anteriores (infraestructura digital y un profesorado en disposición, preparado y apoyado) son necesarias, pero no suficientes. Para que funcionen de forma articulada, el sistema **necesita un marco normativo e institucional que debe cumplir una doble función: habilitar a los centros educativos para que puedan integrar herramientas digitales con intencionalidad pedagógica y, al mismo tiempo, proteger frente a usos inadecuados de la tecnología.**

Este marco no se agota en la legislación: incluye también las inversiones, los programas de implementación, los actores que operan entre la norma y el aula (equipos directivos, coordinadores TIC, inspectores, formadores) y los mecanismos de coordinación y seguimiento que convierten las políticas en prácticas reales. La literatura sobre gobernanza educativa identifica precisamente esta distancia entre la política formulada y la política implementada como una de las principales causas de que las reformas no se traduzcan en mejoras efectivas del aprendizaje (Angrist & Dercon, 2024; Viennet & Pont, 2017).

¿Qué entendemos por marco regulatorio?

Cuando hablamos de marco regulatorio nos referimos al conjunto de instrumentos normativos vinculantes que ordenan la integración de las TIC y la IA en el sistema educativo. Estos instrumentos no son homogéneos: se distribuyen en una jerarquía que combina rango normativo, velocidad de aprobación y capacidad de adaptación.

Regulación de alto nivel. Establecen los principios estructurales del sistema (LOMLOE, MRCDD, AI Act). Ofrecen estabilidad y cobertura jurídica, pero su aprobación y modificación son lentas, exigen amplias mayorías parlamentarias. Difícilmente pueden seguir el ritmo de una tecnología que evoluciona en meses.

Instrumentos operativos vinculantes. Son obligatorios dentro de su ámbito competencial pero su aprobación y revisión son notablemente más ágiles. Permiten precisar cómo aplicar la regulación de alto nivel en los centros, ajustarla a la evolución tecnológica y adaptarla al contexto territorial.

Esta jerarquía es especialmente relevante en España por la distribución de competencias entre el Estado y las comunidades autónomas. El Estado fija las enseñanzas mínimas y los marcos comunes, mientras que las comunidades autónomas concretan el currículo, gestionan los centros, regulan la formación del profesorado y ejecutan la mayor parte del gasto. Esta arquitectura multinivel, que enriquece la diversidad de aproximaciones, introduce también una complejidad inherente en materia de coordinación que conviene tener presente al valorar la suficiencia del marco regulatorio.

España cuenta con los elementos normativos básicos: la LOMLOE establece la competencia digital como transversal, el MRCDD proporciona un marco docente, y la Agenda España Digital 2026 canaliza una inversión significativa.

La LOMLOE y la competencia digital (Ley Orgánica 3/2020)

- **Competencia digital como competencia clave:** Se concreta en cinco descriptores operativos dentro del perfil de salida del alumnado. La competencia digital se trabaja de forma transversal en todas las áreas y materias. En educación secundaria, la materia "Tecnología y Digitalización" incluye explícitamente la interacción con tecnologías emergentes como IA, internet de las cosas (IoT) y *Big Data*.
- **Marco institucional para la digitalización:** El artículo 111 bis establece que los entornos virtuales de aprendizaje deberán contribuir a la extensión del concepto de aula en el tiempo y en el espacio, y que las Administraciones deben establecer las condiciones que eliminen situaciones de riesgo derivadas de las TIC. El artículo 121 exige que el proyecto educativo de cada centro incorpore una estrategia digital.
- **Mandato de acceso equitativo:** Las Administraciones públicas velarán por el acceso de todos los estudiantes a los recursos digitales necesarios.
- **Inversiones:** La ENIA y la Agenda España Digital 2026 presupuestaron 1.412 millones de euros (2021-2024) para la digitalización educativa. En mayo de 2025, el INEE llevó a cabo la primera evaluación piloto de competencia digital en 6.º de primaria.

Nota: la LOMLOE fue aprobada antes de la irrupción de la IA generativa. No contiene disposiciones específicas sobre el uso de IA en el aula, ni sobre la calificación automatizada.

Marcos complementarios y regulación autonómica

- **Plan de Digitalización y Competencias Digitales *(#DigEdu)*:** En el marco del Plan de Recuperación, articula cuatro líneas: (1) Mejora de la competencia digital educativa; (2) digitalización de centros mediante Planes Digitales de Centro; (3) creación de recursos educativos digitales; y (4) metodologías y competencias avanzadas, incluyendo IA y personalización del aprendizaje.
- **Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente (MRCDD, 2022):** Adapta al contexto español el *DigCompEdu* europeo. Se estructura en 6 áreas competenciales y 23 competencias, con un modelo de progresión en 3 etapas y 6 niveles (A1-C2). Incluye protección de datos personales y derechos digitales. Elaborado por INTEF junto con representantes de todas las CCAA.
- **Reglamento Europeo de IA (*AI Act*, UE 2024/1689):** En vigor desde agosto de 2025. La educación se sitúa en la categoría de alto riesgo: los sistemas de IA utilizados para determinar acceso a instituciones educativas, evaluar resultados, monitorizar comportamiento durante exámenes o adaptar el nivel de enseñanza están sujetos a requisitos estrictos de transparencia, supervisión humana y calidad de datos. Para España, esto plantea un doble reto: adaptar la normativa nacional y desarrollar directrices operativas para centros educativos.
- **Regulación autonómica de móviles (2024-2025):** Prácticamente todas las CCAA han regulado el uso de móviles. La mayoría opta por prohibición o restricción. La Rioja, Navarra, País Vasco y Asturias prefieren recomendaciones y formación. Las excepciones en primaria se limitan a salud o necesidades educativas especiales; en secundaria, la mayoría permite uso con justificación pedagógica. El alcance varía: Cantabria, Cataluña y País Vasco incluyen relojes inteligentes; Madrid amplía a ordenadores y tabletas.

No obstante, la experiencia internacional demuestra que lo que determina el éxito no es la ambición normativa ni la magnitud de la inversión, sino la calidad de la implementación: la gradualidad del despliegue, la preparación de los actores intermedios y la existencia de mecanismos de retroalimentación.

Cuatro casos internacionales: lecciones sobre la brecha entre política y práctica



COREA DEL SUR
Cancelado a los 4 meses

AI *Digital Textbook* (2023): 850 M$ en libros con IA adaptativa para primaria y secundaria. Errores de contenido, fallos técnicos recurrentes, protestas de familias por sobreexposición a pantallas y protección de datos. Reclasificados como "materiales complementarios".

Lección: Sin pilotaje gradual.
Profesorado excluido del diseño.



SINGAPUR
Despliegue exitoso

EdTech Masterplan 2030 + Marco ético de IA en educación basado en agencia, inclusividad, equidad y seguridad. Herramientas de IA[8] con salvaguardas en *Student Learning Space (SLS):*[9] *Teaching, Feedback y Learning Assistants + Adaptive Learning System.*

Lección: 23 años de construcción institucional.
Profesorado en
el centro del proceso



FRANCIA
Marco operativo en marcha

Marco de IA en educación (junio 2025). Certificación *Pix* obligatoria con itinerario de IA para alumnos y docentes. Alianza *P2IA* para desarrollo de *EdTech* nacional con soberanía digital[10]. Proyecto europeo *AI4T* para formación docente.[11]

Lección: IA integrada en certificación existente (Pix/DigComp).



ESTONIA
Ecosistema maduro

AI Leap (2025): 20.000 estudiantes + 3.000 docentes con *apps* de IA. Formación docente ANTES del despliegue. Diseño curricular participativo. Infraestructura digital: *eKool* (90% de la red escolar) sobre *X-Road.* [12] Competencia digital obligatoria desde 2014..

Lección: 30 años de capas institucionales.
Enfoque experimental y adaptativo.

8 Entre ellas se encuentran: *Teaching Assistants* (apoyo a la práctica docente), *Feedback Assistants* (retroalimentación automatizada con supervisión humana), *Learning Assistant* (guía al estudiante mediante preguntas en distintos roles) y *Adaptive Learning System* (genera itinerarios personalizados basados en el nivel de cada estudiante).

9 *Student Learning Space (SLS)* es la plataforma nacional de aprendizaje en línea.

10 Alianza para la Innovación en IA *(P2IA):* este programa de contratación pública tiene como objetivo apoyar el desarrollo de soluciones *EdTech* francesas basadas en IA, en consonancia con los requisitos de soberanía digital y seguridad de datos.

11 El proyecto *AI4T (Artificial Intelligence for and by Teachers)*, fue diseñado por Francia, Eslovenia, Italia, Irlanda y Luxem burgo para contribuir a la formación en IA en educación, dirigida a docentes y directivos escolares.

12 *eKool* es un sistema de gestión escolar que cubre el 90 % de la red escolar y conecta a alumnos, familias, docentes y administraciones. Opera sobre *X-Road,* la plataforma estatal de intercambio de datos, y permite acceso mediante identidad digital nacional. Su uso abarca calificaciones, asistencia, tareas, comunicación y seguimiento del progreso académico en tiempo real.

Lo que distingue a Singapur y Estonia de Corea del Sur no es la inversión ni la ambición, sino haber construido primero los actores y procesos que convierten la norma en práctica: formación docente previa al despliegue, coordinadores digitales en cada centro, pilotaje gradual con retroalimentación. Visto desde ese criterio, el ecosistema español presenta dos carencias centrales: en la acreditación docente y en los actores intermedios que operan entre la norma y el aula.

Carencias en la acreditación docente

El principal objetivo del Plan *#DigEdu* era acreditar al 80% de los aproximadamente 700.000 docentes no universitarios antes de finalizar 2024. Según el INTEF (abril 2024), el programa *#CompDigEdu* logró acreditar a 407.006 docentes (72% del objetivo). Estos datos se respaldan con TALIS 2024: el 74% del profesorado de secundaria se considera capacitado digitalmente. Sin embargo, si el 75% del profesorado que no usa IA cita la falta de formación como razón principal (Condición 2), la pregunta es por qué el sistema de acreditación no la provee. Las limitaciones del profesorado español documentadas en la condición anterior (baja formación específica en IA, falta de incentivos para formarse) tienen su reflejo en limitaciones estructurales del propio marco:

- **Un marco de acreditación anterior a la IA generativa.** El MRCDD (aprobado en marzo de 2022) no contempla la IA como competencia específica. La IA aparece de forma dispersa, fundamentalmente en protección de datos y en niveles avanzados (C1-C2). Dado que la mayoría de las acreditaciones se concentran en A1-B1, la formación no aborda las competencias que la nueva realidad demanda.

- **Acreditaciones concentradas en niveles básicos.** La normativa estatal de acreditación no se aprobó hasta julio de 2023 (Orden EFP/823/2023). Los niveles superiores (B2, C1, C2) exigen evaluación por evidencias y observación del desempeño en el aula — procesos aún no generalizados. Es probable que una parte significativa corresponda a niveles básicos, suficientes para el indicador cuantitativo pero insuficientes para una transformación cualitativa.

- **La acreditación no garantiza el uso.** El empoderamiento digital requiere también motivación, comodidad y entorno institucional (Cortés Jiménez, 2024). Las profesoras muestran menor iniciativa de uso (59,8% vs. 61,9%); el profesorado de 56-65 años presenta hasta 7,4 puntos menos de empoderamiento digital; la ESO emerge como el nivel que requiere mayor apoyo.

Los actores intermedios: entre la norma y el aula

- **Coordinadores TIC / Coordinadores de Transformación Digital Educativa (TDE):** Cada centro debe designar un coordinador encargado de impulsar la competencia digital, facilitar la mentoría interna, difundir los marcos de referencia y ejercer un liderazgo delegado en materia digital. Sin embargo, la dotación de horas y recursos varía sustancialmente entre CCAA, y no existe un registro que permita conocer cuántos centros tienen un coordinador TDE operativo.

- **Inspección educativa:** La LOMLOE atribuye a la Inspección la supervisión de la función directiva (art. 151.b) y la evaluación de los centros. Los inspectores están bien posicionados para verificar si los Planes Digitales de Centro se implementan en la práctica, pero su capacitación en materia digital y sus protocolos de actuación no han sido objeto de una actualización sistemática a escala nacional.

→ **Centros de formación del profesorado y asesores:** La formación docente en competencias digitales se gestiona de forma descentralizada (CEP, CTIF, CFR según la CCAA). La intensidad, calidad y cobertura varía considerablemente entre territorios, sin un mecanismo de evaluación comparada.

La ausencia de datos agregados sobre estos actores constituye en sí misma una brecha significativa: no es posible gestionar lo que no se mide.

Las brechas por cerrar entre el marco normativo y las condiciones para una integración efectiva

El análisis del marco normativo español, contrastado con la comparativa internacional y el estado del ecosistema de implementación, permite identificar cuatro brechas que limitan la capacidad del sistema educativo para aprovechar el potencial de las TIC y la IA.

1. **Ausencia de directrices operativas sobre IA en educación obligatoria.** España carece de guías específicas que orienten a los centros educativos sobre cómo integrar herramientas de IA generativa en la práctica docente, la evaluación y la gestión del aula. Como se ha señalado al inicio de esta sección, el marco regulatorio de alto nivel (LOMLOE, MRCDD, AI Act) está consolidado; lo que el sistema necesita es reforzar los instrumentos operativos —órdenes, circulares e instrucciones— que precisen cómo deben los centros integrar la IA con las debidas garantías pedagógicas. Además, estos instrumentos son vinculantes dentro de su ámbito territorial, más ágiles de aprobar y revisar que la legislación de rango superior, lo que les permite seguir mejor el ritmo al que evoluciona la tecnología. La creación de la Agencia Española de Supervisión de IA prevista en la ENIA podría abordar esta carencia, pero su mandato actual no incluye explícitamente el ámbito educativo no universitario.

2. **Desconexión entre la política de restricción y la política de integración tecnológica.** La oleada regulatoria autonómica de 2024–2025 se ha centrado en prohibir dispositivos móviles personales, pero sin articular un marco complementario que defina cómo los centros deben integrar las tecnologías digitales con garantías pedagógicas.

3. **Formación docente en TIC/IA sin certificación vinculante ni evaluación de resultados.** El MRCDD establece un marco competencial sólido, pero su implementación carece de un sistema de certificación obligatoria comparable al *Pix* francés. La formación docente en competencias digitales es gestionada de forma descentralizada por cada CCAA, con intensidad y calidad heterogéneas, y no existe un mecanismo de evaluación que permita medir el nivel de competencia digital del profesorado a escala nacional. El propio MRCDD reconoce la IA entre sus indicadores de logro, pero esto no se ha traducido en programas de formación específicos generalizados.

4. **Horas de dedicación.** La formación y la acreditación son condiciones necesarias pero insuficientes si el profesorado no dispone de tiempo dentro de su jornada laboral para practicar con herramientas nuevas, recibir acompañamiento y trasladar lo aprendido al aula. **En España, esta dimensión no está regulada a escala nacional:** no existe un estándar común que garantice horas protegidas para formación e integración tecnológica dentro de la jornada laboral del docente. Su dotación depende de cada CC.AA. y de la organización interna de cada centro, lo que produce una distribución muy desigual. Los sistemas que han integrado tecnología con mejores resultados — como Singapur, que reduce la carga lectiva de los docentes novatos para que dispongan de tiempo de aprendizaje y mentoría — regulan esta distribución, protegiendo el tiempo no lectivo del docente (OCDE, 2021). En ausencia de esta regulación, la integración tecnológica compite por un tiempo que, como se ha documentado en la sección anterior, ya es escaso.

FASE 2: PREPARACIÓN DEL ALUMNADO PARA UNA CORRECTA INTEGRACIÓN DE LAS TIC Y LA IA EN EL APRENDIZAJE

FASE 2  Alumnado preparado

Infraestructura, profesorado formado y un marco normativo habilitador son condiciones necesarias, pero no suficientes para garantizar que las TIC y la IA favorezcan el aprendizaje. Esta sección aborda las condiciones del lado del alumnado: primero, qué capacidades necesitan los estudiantes *desde antes de incorporar herramientas digitales* para que la tecnología funcione como complemento y no como sustituto. Y, después, un diagnóstico y propuestas concretas para cada etapa educativa.

Lo que el alumnado necesita antes de la IA

La irrupción de la IA generativa no cambia cuál es la función de la escuela, pero sí hace más visible cuál debería ser. Los modelos actuales producen textos, resuelven problemas y combinan ideas con una fluidez que hasta hace poco considerábamos distintivamente humana. Esto significa que el valor de lo que un estudiante sabe hacer por sí mismo ya no puede darse por supuesto: depende de que haya adquirido las capacidades que permiten utilizar estas herramientas como complemento del propio pensamiento, y no como atajo que lo sustituye. Por tanto, la escuela no puede considerarse únicamente un espacio de transmisión de conocimiento. Es también un espacio clave de aprehensión profunda del mismo, y donde se deben desarrollar las capacidades que permiten a los estudiantes interactuar productivamente con la tecnología, que comprenden cuatro dimensiones:

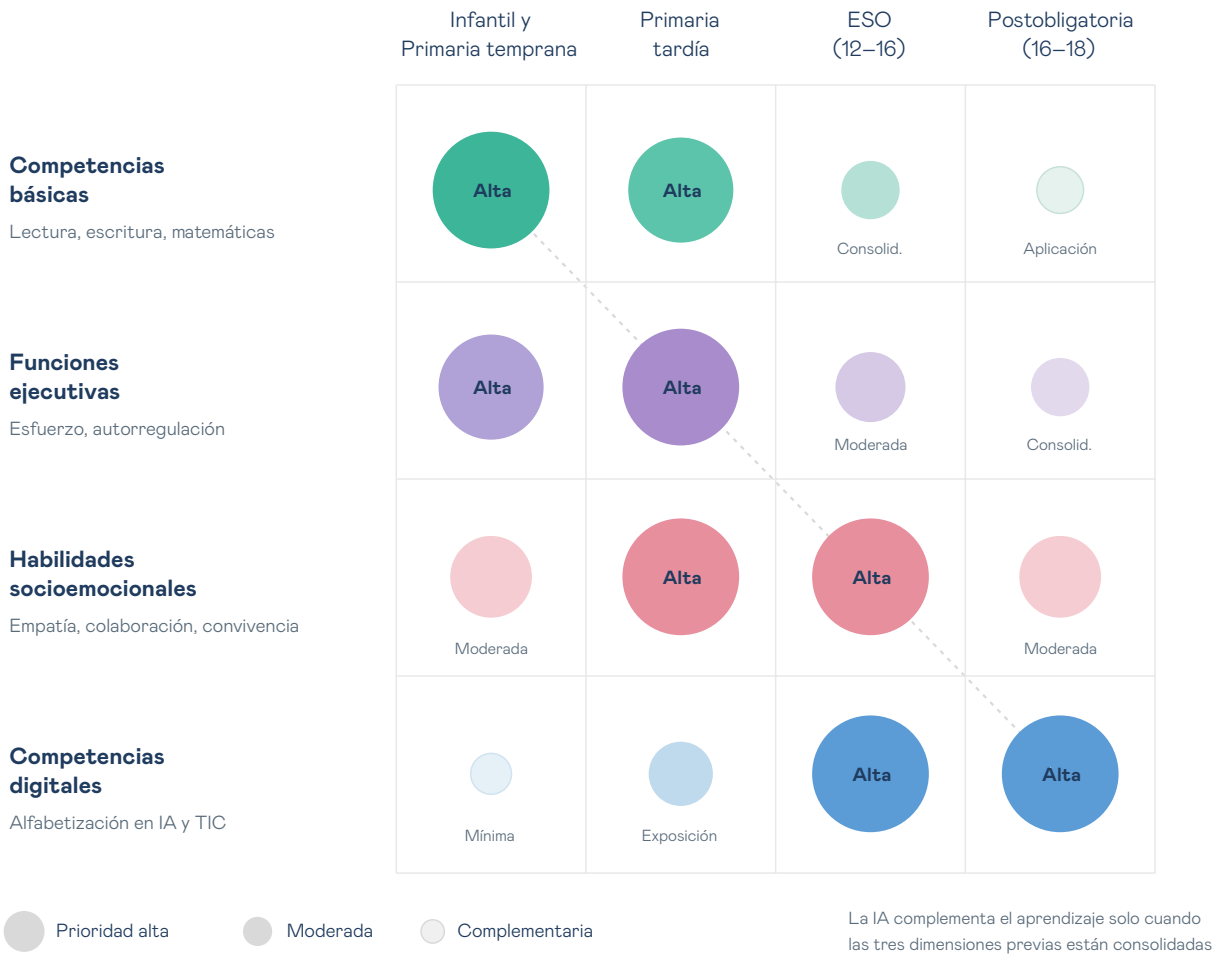
D1. Priorizar la adquisición de competencias básicas fundamentales: lectura, escritura y matemáticas (y en particular la capacidad crítica y el pensamiento en torno a ellas) constituyen la base sin la cual ninguna herramienta tecnológica puede ser productiva. Las habilidades cognitivas complejas (como la lectura profunda, el pensamiento crítico y la escritura avanzada) pueden verse perjudicadas con la incorporación de tecnologías digitales sin un propósito pedagógico bien definido y respaldado por evidencia.

D2. Funciones ejecutivas, esfuerzo y capacidades de aprendizaje: En un entorno donde las TIC y la IA ofrecen respuestas inmediatas, la capacidad de los estudiantes para resistir la gratificación instantánea, mantener la concentración sostenida, auto-regularse y adaptar el pensamiento ante información nueva resulta más crítica que nunca. Estas capacidades pueden y deben desarrollarse activamente en la escuela, desde la educación infantil hasta la secundaria, mediante estrategias pedagógicas que promuevan el esfuerzo productivo, la reflexión y la autorregulación (Diamond y Lee, 2011; Zelazo, Blair, & Willoughby, 2016). Como afirma Rebecca Winthrop, *"la escuela debe enseñar a los niños a hacer cosas difíciles antes de que empiecen a interactuar con la IA"*

D3. Habilidades sociales y emocionales: colaboración, empatía, gestión emocional, tolerancia y sentido cívico son habilidades cuyo desarrollo se beneficia especialmente del encuentro presencial. En un mundo con creciente polarización del discurso y las interacciones en línea, la escuela es una de las instituciones sociales más prevalentes donde el alumnado puede encontrarse con otras personas, en persona (fuera de su familia y vecindario) y constituye un contrapeso fundamental para desarrollar las capacidades necesarias para la convivencia (Burns et al., 2026).

D4. Competencias digitales y tecnológicas: estas competencias solo resultan eficaces cuando se construyen sobre las tres dimensiones anteriores. El *World Economic Forum* ha señalado que la alfabetización en IA será una de las competencias definitorias del siglo XXI, comparable a lo que fue la alfabetización básica en el siglo XX (WEF, 2025). Añadir la competencia digital y el uso pedagógico de la tecnología sobre las competencias básicas contribuiría a fortalecer el pensamiento crítico, la autorregulación y la colaboración. No obstante, la competencia digital sin pensamiento crítico, sin autorregulación y sin capacidad de colaboración convierte a los estudiantes en usuarios pasivos de herramientas que no comprenden, sin capacidad de aprovecharlas y evaluarlas.

La prioridad relativa de cada dimensión varía según la etapa educativa, y se debe acoplar en paralelo y en coordinación con todas las herramientas digitales incorporadas en cada una de ellas. La siguiente figura sintetiza esta relación: las competencias básicas y las funciones ejecutivas son condición previa para que las competencias digitales sean productivas, no sustitutivas.



Fuente: Elaboración propia | EsadeEcPol

A partir de este marco, las secciones siguientes examinan la situación actual del alumnado español en cada etapa educativa, identificando dónde la tecnología puede aportar mayor valor y dónde los riesgos de una implementación inadecuada son más altos.

Una integración de la tecnología diferenciada para cada etapa educativa

Las capacidades base del alumnado no son las únicas que evolucionan con la edad: también lo hacen los retos pedagógicos del sistema y, con ellos, el tipo de tecnología que puede aportar valor. En primaria, el problema central es consolidar competencias básicas en un momento de alta plasticidad cognitiva; en secundaria, sostener trayectorias que empiezan a bifurcarse; en la etapa postobligatoria, acompañar decisiones cada vez más consecuentes.

Niveles de sofisticación tecnológica en educación

La literatura distingue cuatro niveles de tecnología educativa, cuyas conclusiones sobre eficacia no son transferibles entre sí:

- **TIC básicas:** acceso a dispositivos, conectividad y contenido digital estático (vídeos, pizarras digitales). Infraestructura necesaria pero cuya mera provisión, sin diseño pedagógico asociado, no produce mejoras sistemáticas en los resultados académicos (J-PAL, 2019).
- **Plataformas digitales interactivas:** herramientas con ejercicios, retroalimentación inmediata, paneles de seguimiento del progreso para el docente y, en ocasiones, elementos de gamificación, pero sin adaptación automática del contenido al nivel individual del alumno. Todos los estudiantes trabajan sobre los mismos ejercicios; la personalización depende de la intervención humana del docente o de un coordinador externo.
- **Instrucción asistida por ordenador adaptativa (CAL):** plataformas que ajustan automáticamente la dificultad, la secuencia y el tipo de ejercicios en función del rendimiento individual del alumno, sin intervención manual del docente para realizar ese ajuste.
- **Inteligencia artificial aplicada a la educación:** sistemas que utilizan modelos de *machine learning* o procesamiento de lenguaje natural para personalizar el aprendizaje en tiempo real de formas que los algoritmos predefinidos no pueden. Incluye tanto IA aplicada al aula (asistentes al docente, *chatbots,* CAL con IA) como analítica a nivel de sistema (detección temprana, trayectorias agregadas, alineación oferta-demanda))

Los resultados positivos pueden aparecer en distintos niveles de sofisticación tecnológica, siempre que se cumplan determinadas condiciones de implementación.

Con estos cuatro niveles como lente, las tres etapas que siguen se abordan con la misma estructura: contexto específico, dónde puede aportar valor la tecnología, y recomendaciones clave.

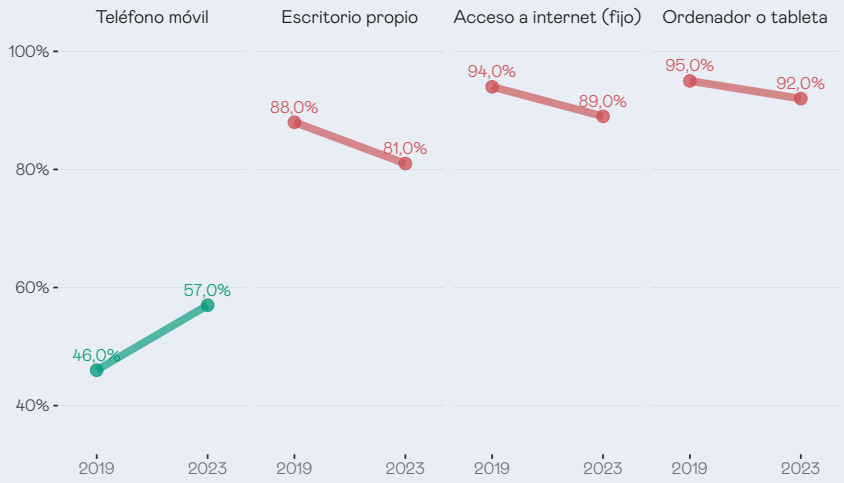
6-12 · Educación primaria

Contexto · Competencias básicas con problemas: resultados y factores asociados

Competencias básicas (lectura y matemáticas). Los resultados de la evaluación TIMSS 2023 evidencian bajos resultados para España en los exámenes de matemáticas de 4.º de Primaria en comparación con los países de la OCDE que participan en esta prueba. España obtuvo 498 puntos en matemáticas, frente a los 525 de la media OCDE y los 514 de la media de la UE, lo que supone una diferencia de 27 puntos con la OCDE —equivalente a más de medio año de escolarización—. Entre las comunidades autónomas participantes, Castilla y León, Principado de Asturias, Comunidad de Madrid y Comunidad Foral de Navarra son las regiones con mejores puntuaciones (entre 522 y 517 puntos), todas ellas por encima de la media de la UE y próximas a la media de la OCDE. En cambio, Cataluña, Canarias e Illes Balears se situaron por debajo de la media nacional; en el caso de Illes Balears, su promedio se sitúa en la frontera entre los niveles de rendimiento bajo e intermedio (MEFPD, 2024). Los resultados de la prueba PIRLS 2021 muestran que el alumnado español de 4.º de Primaria obtuvo una media de 521 puntos en comprensión lectora, frente a los 533 de la media OCDE y los 528 de la media UE, una diferencia de 12 puntos respecto a la OCDE, menor a la observada en matemáticas con TIMSS. Asturias (550), Comunidad de Madrid (539) y Castilla y León (538) obtuvieron puntuaciones significativamente superiores a la media nacional, mientras que Canarias (510), Cataluña (507), Melilla (499) y Ceuta (498) quedaron significativamente por debajo (MEFPD, 2023). Factores asociados a la caída. El análisis de microdatos (Gortazar & Cahu, 2025) identifica tres factores principales.

1. El empeoramiento de las condiciones sociales de la infancia: los problemas de nutrición y alimentación aumentaron un 50 % en España entre 2019 y 2023, con un impacto estimado de casi 3 puntos negativos.
2. La creciente brecha lingüística: solo algo más de la mitad del alumnado de Primaria está completamente familiarizado con la lengua de enseñanza, y la proporción que nunca la habla en casa pasó del 8,6 % al 12,4 % entre 2019 y 2023.
3. El declive de bienes del hogar que facilitan el estudio. La presencia en los hogares de los dispositivos más propicios para un uso eficaz de la tecnología en el aprendizaje está descendiendo.

Porcentaje de alumnos de 4º de Primaria que disponen los siguientes bienes en el hogar



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de TIMSS 2019 y 2023 | EsadeEcPol

→ Dónde puede la tecnología aportar valor en primaria

- **Observación de patrones de aprendizaje.** Los sistemas de evaluación estandarizada a gran escala, combinados con analítica longitudinal, permiten identificar los patrones agregados del sistema que revelan cuándo y dónde las intervenciones pueden ser más efectivas en primaria. Esta información no es detectable mediante evaluaciones puntuales o desagregadas.

  Por ejemplo, Martinot et al. (2025) aprovecha el programa nacional francés *EvalAide* desplegado por el Ministerio de Educación (DEPP) para evaluar sistemáticamente a todos los alumnos de 1.º y 2.º de primaria en tres momentos del curso y analiza de forma longitudinal a 2.653.082 niños a lo largo de cuatro cohortes consecutivas (2018-2021). El análisis evidencia que, pese a entrar con puntuaciones prácticamente idénticas, niñas y niños desarrollan una brecha en matemáticas a favor de los chicos en apenas 4 meses de escolarización, que alcanza un tamaño del efecto de 0,20 al final del primer curso y se replica año tras año con independencia del tipo de familia, aula, centro o nivel socioeconómico. Al aprovechar la variación casi ortogonal entre edad y exposición escolar, los autores demuestran además que la brecha se amplía con la escolarización (no con la maduración), lo que permite acotar con precisión el momento en el que deberían concentrarse los recursos de intervención.

- **Plataformas digitales.** Araya, et al. (2025), evalúan por medio de un RCT la integración de una plataforma digital de aprendizaje de matemáticas dentro del horario escolar regular en estudiantes de 4º primaria. El programa incluyó un coordinador externo que ayudaba a los profesores en la integración de la plataforma en las sesiones de clase. Los estudiantes beneficiados obtuvieron 0,27 desviaciones estándar más que el grupo de control en la prueba estandarizada nacional.

- **Instrucción asistida por ordenador (CAL) en matemáticas.** Oreopoulos, et al. (2024), en un ensayo controlado aleatorizado con estudiantes de 3.º a 6.º de Primaria en el distrito escolar de Arlington, Texas (Estados Unidos), evaluaron el impacto de integrar *Khan Academy* en la instrucción matemática con apoyo de formación docente. Los alumnos de 3.º a 6.º grado cuyos profesores participaron en el programa obtuvieron entre 0,12 y 0,17 desviaciones estándar más en la evaluación estandarizada estatal de matemáticas *(STAAR).* Un hallazgo importante del estudio es que, al analizar la variación dentro del grupo de tratamiento, los efectos solo aparecen en las aulas donde el alumnado practicó al menos 35 minutos semanales, mientras que en las aulas con menos de 5 minutos de práctica no se detectó ningún efecto. Además, los autores muestran que la variación en el tiempo de práctica dependió en gran medida del compromiso docente: los docentes con mejores resultados planificaron rutinas semanales específicas para la práctica, incorporaron la CAL como parte obligatoria de su currículo, monitorizaron activamente el progreso de cada alumno e intervinieron cuando detectaban estancamiento. Esto sugiere que la eficacia de la tecnología educativa no reside en la plataforma en sí, sino en la calidad de la implementación docente que la acompaña, y que la intensidad de uso óptima parece ser de una duración moderada (más de 35 minutos semanales).

- **Inteligencia artificial como nueva herramienta.** La revisión sistemática de Yim y Su (2025), que analiza 25 estudios sobre IA en contextos de primaria publicados entre 2019 y 2024, aporta evidencia sobre los resultados que puede producir la IA en estas edades. De los 25 estudios revisados, 15 reportaron resultados positivos en tres dimensiones (académica, afectiva y conductual), incluyendo mejoras en pensamiento computacional, creatividad, resolución de problemas y motivación por aprender. Las estrategias pedagógicas más efectivas identificadas fueron el aprendizaje basado en proyectos, la programación y la interacción humano-agente con aprendizaje colaborativo, apoyadas en herramientas apropiadas para la edad como *Scratch, MIT App Inventor o Google Teachable Machine.* Los autores concluyen, además, que los resultados de aprendizaje en IA están significativamente influidos por la experiencia previa de los estudiantes con ordenadores y programación, lo que refuerza la idea de que la tecnología educativa no opera en el vacío, sino sobre competencias digitales previamente adquiridas.

Asimismo, la revisión realizada por (Boulhrir & Hamash, 2025) sobre 80 estudios publicados entre 2013 y 2023, muestra que las áreas donde más se ha concentrado la investigación en primaria son precisamente la educación personalizada y adaptativa, los sistemas de tutoría inteligente (ITS), la lectoescritura y las matemáticas. La revisión destaca que los ITS, los agentes conversacionales y otras herramientas adaptativas pueden ajustar el contenido al nivel del alumno, modificar la dificultad de las tareas y proporcionar retroalimentación inmediata, lo que resulta especialmente útil para alumnado con perfiles de aprendizaje diversos o con necesidades educativas específicas. También concluye que los resultados más prometedores se observan en lectura y matemáticas, aunque advierte que la evidencia sigue siendo desigual y que persisten limitaciones importantes, como muestras pequeñas, pruebas no estandarizadas y falta de estudios longitudinales.

No obstante, estos beneficios no son automáticos ni están exentos de complejidades. Yim y Su (2025) advierten que la literatura actual se centra en habilidades técnicas y descuida las implicaciones éticas y sociales de la IA, y abogan por situar la ética en el centro del currículo y no como un complemento secundario. Esto sugiere una progresión pedagógica coherente a lo largo de la etapa de Primaria: en los primeros cursos, el foco debe situarse en el desarrollo de competencias digitales básicas y el uso responsable de dispositivos, mientras que, en los últimos cursos, cuando se introducen herramientas de IA, resulta imprescindible acompañar su uso con la enseñanza explícita de principios éticos como el sesgo algorítmico, la privacidad, la justicia de los datos y la responsabilidad del usuario.

✱ ✱ **IA + CAL: combinación con potencial.** Asimismo, Cuevas-Ruiz, Rello, Sanz y Sevilla (2025) evalúan *DytectiveU*, un programa de aprendizaje asistido por ordenador impulsado por IA e implementado por la Comunidad de Madrid para reforzar competencias lectoras en Educación Primaria. El estudio analiza datos de 34.607 estudiantes de 264 centros públicos madrileños a lo largo de cinco cursos escolares. Los resultados muestran que cada sesión adicional del programa mejora el progreso en competencia lectora en 2,4 % de una desviación estándar, equivalente a un mes de aprendizaje. El estudio identifica, además, dos mecanismos centrales detrás de estos efectos: la personalización del contenido, que adapta los ejercicios a la edad, el historial de uso y el rendimiento previo del estudiante, y el *feedback* adaptativo en tiempo real, que ajusta dinámicamente la dificultad de las tareas. Los beneficios son especialmente claros entre el alumnado más joven, lo que sugiere que la personalización es particularmente valiosa en las fases iniciales de adquisición de la lectura.

Recomendaciones clave

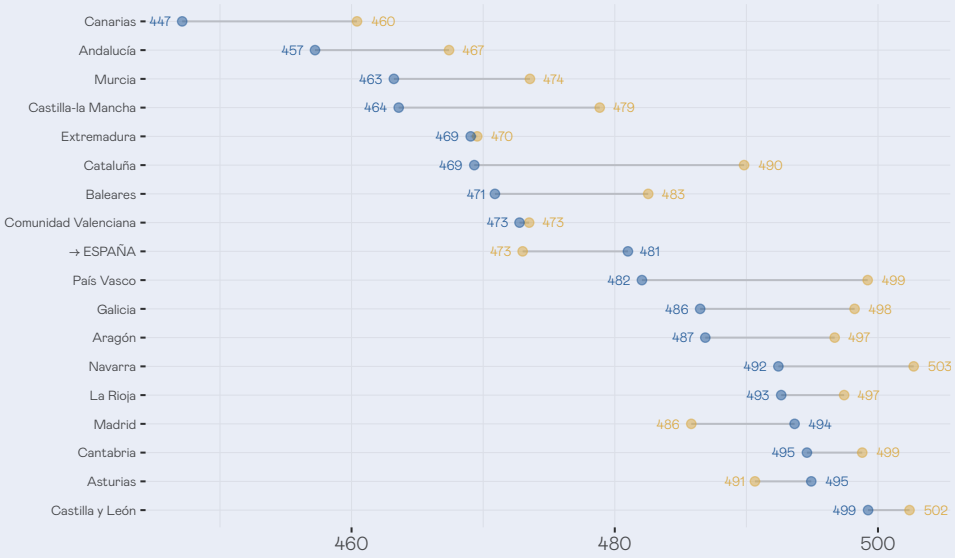
→ **Introducir la tecnología de forma progresiva:** Introducir de forma gradual la práctica digital mediante el aprendizaje asistido por ordenador (CAL, por sus siglas en inglés), en momentos puntuales y bien delimitados, ya sea de forma individualizada o mediante trabajo colaborativo supervisado. La integración debe ser progresiva, permitiendo que el alumnado se familiarice con las herramientas digitales paso a paso, a medida que se consolidan las competencias fundamentales.

→ **En 5.º y 6.º, combinar el uso de la IA con la alfabetización ética:** integrar la enseñanza de principios como el sesgo algorítmico, la privacidad, la justicia de los datos y la responsabilidad del usuario, para evitar un mal uso de la tecnología.

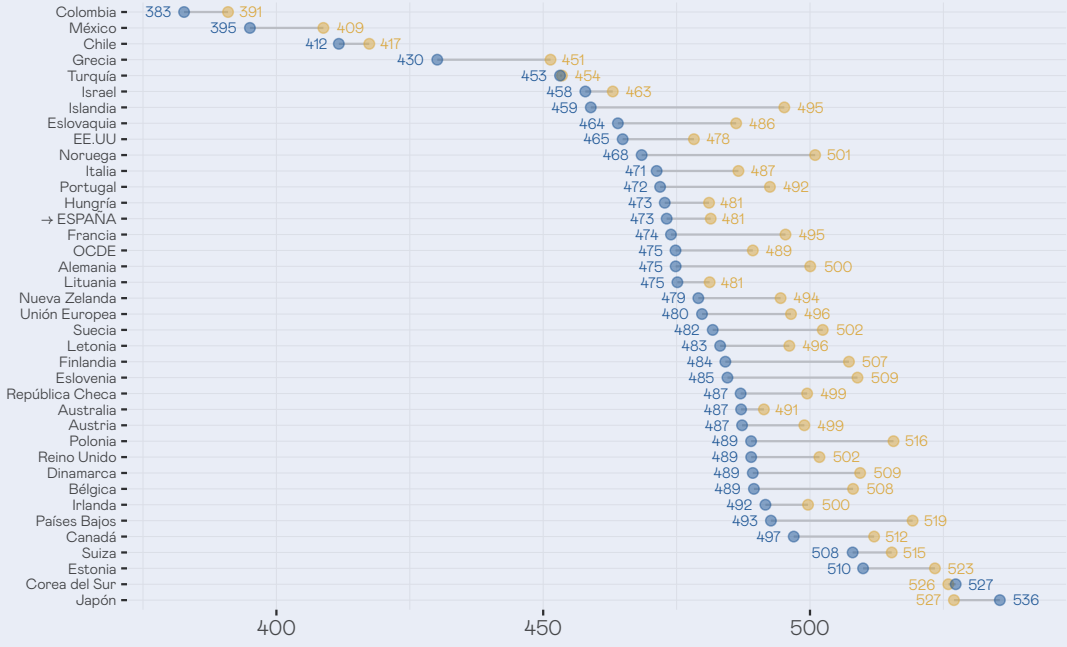
Contexto · Un sistema bajo presión: repetición, brechas y atención fragmentada

Competencias básicas (lectura y matemáticas)
Los resultados de PISA 2022 evidencian una caída en la puntuación media de la OCDE de 15 puntos en matemáticas. En España, los resultados pasaron de 481 a 473 puntos. A nivel autonómico, Castilla y León, Asturias y Cantabria reportaron un mayor rendimiento (con niveles equiparables a Canadá o Países Bajos), mientras que Canarias y Andalucía presentan los niveles más bajos. La mayor caída se produce en Cataluña, País Vasco y Castilla-La Mancha, en los tres casos de más de 15 puntos, y solo Asturias y Madrid mejoraron su resultado entre 2018 y 2022 (Cobreros y Gortazar, 2023).

Resultados de matemáticas en las pruebas PISA: 2018 y 2022, por comunidad autónoma



Por país



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de PISA (2018, 2022) | EsadeEcPol

Los cuestionarios de contexto de PISA 2022 permiten ahondar en los factores de este declive. Destacan al menos tres.

1. **Repetición de curso.** España se sitúa entre los países de la OCDE con tasas de repetición más elevadas, lo que arrastra consigo un mayor riesgo de abandono escolar temprano. En PISA 2022, España continúa siendo el cuarto país de la OCDE y tercero de la UE-27 que más recurre a esta práctica: el 22% del alumnado ha repetido al menos una vez a los 15 años. Esta cifra refleja un momento específico del sistema (marcado por las medidas excepcionales adoptadas durante la pandemia), lo que introduce cautela sobre su evolución en los próximos ciclos PISA. Además, los datos muestran que, a igualdad de rendimiento, el 25% de los estudiantes de menor nivel socioeconómico tiene casi 4 veces más probabilidad de repetir curso que el 25% de mayor nivel socioeconómico (Cobreros y Gortazar, 2023). Frente a esto, la Comisión Europea recomienda la identificación temprana de estudiantes con riesgo de bajo rendimiento y la prestación de apoyo específico e individualizado. Y la evidencia destaca la eficacia de las tutorías regulares, individuales o en grupos pequeños, impartidas por tutores capacitados durante la jornada escolar.

2. **Brechas socioeconómicas y de género**. PISA 2022 muestra que, en España, los estudiantes del cuartil socioeconómico más aventajado obtienen 86 puntos más en matemáticas que los del cuartil más desfavorecido, y que el nivel socioeconómico explica en torno al 16% de la variación del rendimiento en esta competencia. Aunque estas brechas no son especialmente grandes para España en comparación con su entorno, el análisis por comunidades autónomas revela que Asturias y País Vasco presentan una menor equidad en el aprendizaje, mientras que en Cantabria y Galicia la proporción de variación explicada por el nivel socioeconómico es menor, lo que las sitúa entre las comunidades más equitativas en esta dimensión.

   Junto a ello, los datos también evidencian una brecha de género en matemáticas: en España, los chicos obtienen 10 puntos más que las chicas, una diferencia ligeramente superior a la media de la OCDE (8,9 puntos)[13]. Además, esta brecha ha aumentado en la mayoría de las comunidades autónomas entre 2018 y 2022. Su intensidad varía de forma considerable entre territorios: las diferencias son especialmente elevadas en Cantabria y la Comunidad de Madrid, mientras que en comunidades como Cataluña y País Vasco las brechas observadas son menores.

3. **Clima de aula.** En el contexto de la educación secundaria, los datos de PISA 2022 apuntan a un deterioro significativo del clima de aula en España, particularmente en matemáticas, donde la caída ha sido más pronunciada que en las medias de la OCDE y de la UE-27. Además, esta caída presenta una clara dimensión territorial: resulta especialmente pronunciada en Asturias, Andalucía, Cataluña, Murcia y el País Vasco, mientras que Galicia y Castilla y León destacan como las únicas comunidades que han mejorado a lo largo del periodo.

Los indicadores de comportamiento dentro del aula refuerzan este panorama. En 2022, en torno al 22% del alumnado en España reporta no poder trabajar bien en la mayoría o en todas las clases (media OCDE: 23%); mientras que el 38% del alumnado español declara que sus compañeros no escuchan al docente en la mayoría o en todas las clases, frente al 30% en el conjunto de la OCDE.

13 La OCDE señala, además, que este patrón se invierte en lectura, donde las chicas superan a los chicos en 25 puntos.

→ Dónde puede la tecnología aportar valor en secundaria

La evidencia experimental sobre el uso de IA en secundaria es todavía incipiente, pero apunta a tres mecanismos con potencial: la detección temprana del alumnado en riesgo, la tutoría personalizada y la reducción de la brecha de género.

✱ **Comprensión de las trayectorias de aprendizaje y detección temprana del alumnado en riesgo.** El uso de tecnología y analítica de datos puede perseguir dos propósitos complementarios. Por un lado, como ya se apuntó en primaria, Martinot et al. (2025) muestra cómo la analítica longitudinal a gran escala permite identificar las trayectorias de aprendizaje del conjunto del alumnado, qué factores se asocian a un mayor crecimiento académico y en qué momentos las intervenciones son más eficaces. Por otro lado, los algoritmos de *machine learning* permiten anticipar con mayor precisión qué estudiantes están en riesgo de repetición o abandono, al incorporar factores complejos como la motivación o la salud mental que elevan la eficacia de los modelos predictivos.

Por ejemplo, Psyridou et al. (2024) utilizan datos longitudinales de 13 años que incluyen habilidades académicas, motivación, comportamiento y bienestar de 2.000 estudiantes en cuatro municipios de Finlandia para demostrar que los modelos predictivos pueden identificar con precisión el riesgo de abandono en secundaria superior ya desde el final de primaria (Grado 6), con solo una ligera disminución de precisión respecto a predicciones realizadas al final de la ESO. Este hallazgo sugiere que los factores de riesgo que conducen al abandono en Bachillerato son detectables durante la etapa obligatoria.

✱✱ **Apoyo personalizado.** La evidencia sobre personalización del aprendizaje mediante tecnología se ha ido acumulando a lo largo de la última década, desde los sistemas de aprendizaje asistido por ordenador (CAL) hasta las herramientas más recientes basadas en IA generativa. Una primera referencia la aporta el RCT de Roschelle et al. (2016), que evaluó la plataforma *ASSISTments* con 2.850 estudiantes de 7º grado en 43 escuelas del estado de Maine (EE. UU.). La herramienta ofrece a los estudiantes *feedback* inmediato y pistas mientras resuelven los problemas de matemáticas asignados como deberes. Tras un curso completo de implementación, el grupo de tratamiento obtuvo puntuaciones significativamente superiores en la prueba estandarizada, con un tamaño del efecto de 0,18 desviaciones estándar sobre el grupo de control.[14]

En una línea similar, la investigación de Muralidharan et al. (2019) mostró ganancias significativas en matemáticas y lengua con instrucción personalizada por ordenador, y, además, los efectos relativos para el alumnado más rezagado fueron mayores.

En el contexto europeo, Vanzo et al. (2024) realizaron un RCT en un instituto de Verona (Italia) que sustituyó los deberes tradicionales de inglés por sesiones interactivas con un *chatbot* impulsado por *genAI* durante 8 semanas, con 76 estudiantes de secundaria en cuatro clases. Aunque el alumnado respondió positivamente a la IA y reportó una experiencia satisfactoria a corto plazo, los avances en el aprendizaje no variaron significativamente entre grupos. Sí se beneficiaron más de la tutoría quienes partían de un nivel inicial más bajo.

✱ **IA como apoyo para la reducción de la brecha de género.** El informe de la OCDE y Fondazione Agnelli (2025) señala que varios de los factores que contribuyen al menor rendimiento de las niñas en matemáticas interactúan de forma acumulativa. Por ejemplo, la ansiedad temprana y la amenaza del estereotipo pueden reducir la participación en clase; una menor participación puede limitar la elección de cursos avanzados; y una menor exposición a estos cursos puede afectar negativamente tanto a la competencia como a la confianza. Desde esta perspectiva, el informe explora de qué manera la IA podría contribuir a mitigar estas dinámicas. Aunque la evidencia sigue siendo limitada, los hallazgos disponibles apuntan en dos direcciones prometedoras. La primera es el uso de la IA para ampliar las oportunidades de mentoría digital, con el objetivo de reforzar la confianza, la participación y la persistencia de las chicas en trayectorias STEM. La segunda es el uso de la IA como apoyo al profesorado, mediante herramientas capaces de detectar patrones de interacción menos equitativos en el aula.

14 Estos efectos equivalen, respectivamente, a una ventaja de 8,84 puntos sobre el grupo de control (0,18 sd), y de 13,35 puntos (0,29 sd) y 5,84 puntos (0,12 sd) en los subgrupos de menor y mayor rendimiento previo.

La OCDE cita *TeachFX*, una aplicación que analiza en tiempo real el diálogo en clase e identifica, entre otros aspectos, posibles disparidades de género en las interacciones docente-alumnado. Los estudios piloto sugieren que puede favorecer una participación más equitativa al alertar al profesorado sobre sesgos inconscientes.

Por otro lado, un ejemplo de mentoría digital es *CyberMentor,* un programa alemán dirigido a chicas de secundaria interesadas en STEM. La plataforma empareja a las alumnas con mentoras que estudian o trabajan en estos campos mediante un sistema de *matching* por intereses, e incorpora comunicación semanal y oportunidades de *networking*. El estudio de seguimiento a largo plazo analiza a 410 antiguas participantes y las compara tanto con mujeres de su misma cohorte de edad como con 71 chicas que se inscribieron en el programa, pero no llegaron a participar; para esta segunda comparación, los autores emplean *propensity score matching.* Los resultados muestran una mayor probabilidad de elegir estudios o trayectorias STEM entre las participantes: (Stoeger et al., 2023).

Recomendaciones clave

→ **Construir una infraestructura de analítica de trayectorias que permita entender cómo aprenden los estudiantes y detectar a quienes están en riesgo:** la analítica de datos permite comprender cómo progresa el conjunto del alumnado, qué factores se asocian a un mayor crecimiento académico y en qué momentos las intervenciones resultan más eficaces; por otro, los modelos de *machine learning* pueden identificar con precisión a los estudiantes en riesgo de repetición o abandono, incorporando factores que van más allá de las calificaciones. España dispone de los datos necesarios para avanzar en esta dirección (cuestionarios de contexto de PISA, evaluaciones de diagnóstico autonómicas, registros académicos), pero actualmente se explotan de forma fragmentada. Invertir en integrarlos bajo marcos comunes y con garantías claras de privacidad permitiría a las comunidades autónomas pasar de una lógica reactiva (detectar el bajo rendimiento cuando ya se ha consolidado) a una lógica preventiva.

→ **Orientar la inversión en tecnología e IA educativa hacia herramientas con evidencia de efecto diferencial a favor del alumnado con mayores dificultades para reducir brechas:** Los estudios revisados en esta sección evidencian que los mayores beneficios se concentran en el alumnado con menor rendimiento previo. Esto convierte a estas herramientas en un instrumento particularmente relevante para abordar las brechas que documenta PISA 2022 en España.

→ **Establecer marcos claros sobre cuándo la tecnología[15] aporta valor y cuándo conviene restringir su uso, reconociendo que el problema no es la tecnología en sí sino su uso no guiado:** Una política coherente sobre tecnología educativa debe reconocer que la evidencia apunta en dos direcciones aparentemente contradictorias pero compatibles: bien utilizada, la tecnología puede mejorar aprendizajes y reducir brechas; mal utilizada, perjudica el clima de aula y puede afectar negativamente al aprendizaje. Por ello, es importante diferenciar con claridad los momentos y tareas en que la tecnología cumple una función pedagógica clara.

15 O qué tipo de dispositivos y/o tecnologías.

Contexto · Trayectorias frágiles: permanencia, itinerarios y conexión con el empleo

Dado su objetivo de sostener la permanencia del alumnado en el sistema, acompañar decisiones académicas y vocacionales cada vez más relevantes y ofrecer una preparación efectiva para estudios superiores o para la inserción laboral, resulta especialmente relevante analizar las trayectorias educativas y laborales. En particular, tres dimensiones concentran los principales retos de esta etapa.

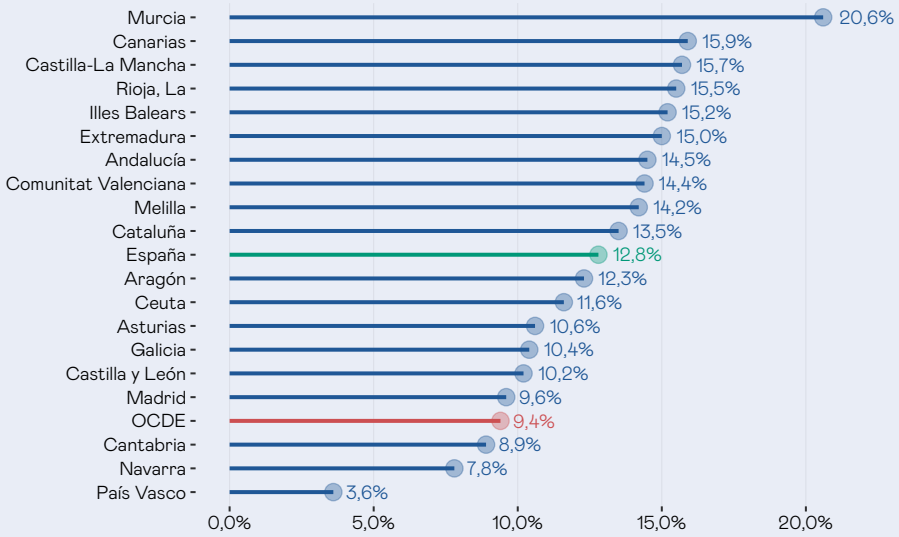
1. La permanencia en el sistema y el abandono temprano. Los últimos datos del MEFPD evidencian que el abandono temprano de la educación[16] y la formación se situó en 12,8% en 2025, su nivel más bajo de la serie histórica. Aun así, este valor se encuentra por encima de la media de la OCDE, con importantes disparidades territoriales.

Los datos por comunidad autónoma muestran una fuerte heterogeneidad, con diferencias superiores a 15 puntos entre los extremos. Además, en comunidades como Castilla-La Mancha, Extremadura y Cantabria, los valores observados en 2025 son superiores a los registrados en 2024, lo que sugiere que la mejora agregada a nivel nacional no se distribuye de forma homogénea entre territorios.

Este patrón pone de manifiesto la dificultad del sistema para sostener trayectorias educativas completas y evitar salidas prematuras, reduciendo la capacidad de la educación para mejorar la inserción laboral y reducir desigualdades.

Abandono temprano de la educación - formación

Por Comunidad Autónoma



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFPD (2025) | EsadeEcPol

16 Definición de Abandono temprano de la educación y la formación: Porcentaje de la población de 18 a 24 años que no ha completado el nivel de E. Secundaria 2ª etapa y no sigue ningún tipo de educación-formación.

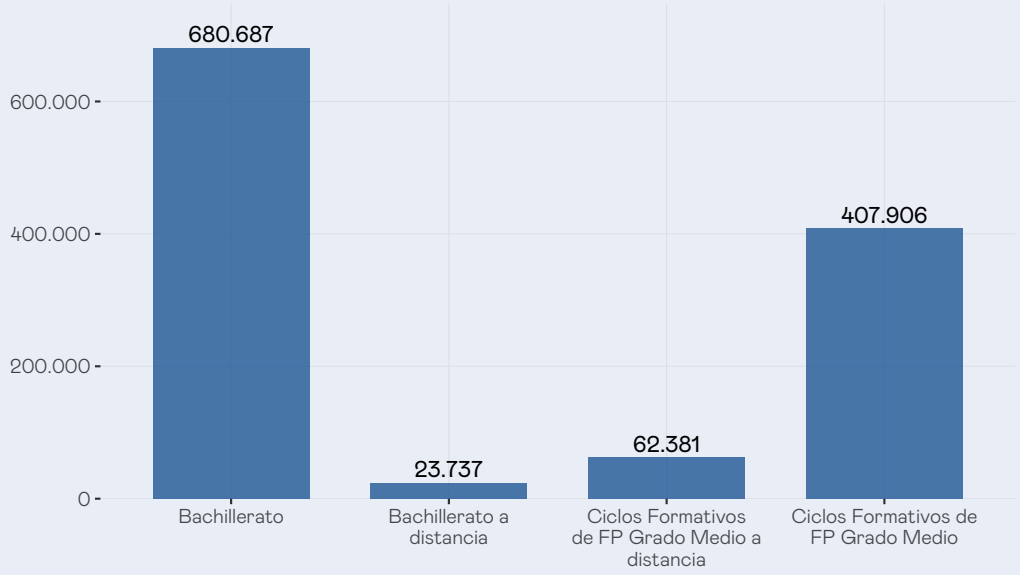
Por ello, la OCDE recomienda **reforzar la identificación temprana del riesgo, mejorar la orientación y articular apoyos más personalizados en los momentos de transición, especialmente tras la ESO.**

2. Desigualdad en la elección de itinerarios. La elección entre Bachillerato y FP no se produce en igualdad de condiciones: el alumnado llega a este punto con ventajas y desventajas acumuladas a lo largo de toda la escolarización obligatoria, que condicionan tanto el itinerario elegido como las probabilidades de completarlo con éxito. Los perfiles del alumnado difieren de forma notable: Expósito-Casas et al. (2024) muestran que la repetición de curso es uno de los principales predictores de derivación hacia la vía profesional.

A escala nacional, los datos de la OCDE confirman que España es uno de los países con menor proporción de jóvenes adultos con titulación profesional de secundaria superior (10,6%, frente a la media OCDE), lo que refleja tanto un problema de atracción hacia esta vía como de retención dentro de ella (OCDE, 2025). Además, cerca del 30% del alumnado de secundaria superior en España está matriculado en programas que, aun otorgando titulación completa, no dan acceso directo a educación terciaria, lo que limita las opciones de progresión del alumnado de FP.

Alumnado matriculado en estudios de educación secundaria postobligatoria

Curso 2024-2025 (total nacional)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MEFFPD (2025) | EsadeEcPol

Esta elección no responde solo a diferencias de rendimiento o preferencias vocacionales: está mediada también por la calidad de la orientación recibida, las expectativas familiares y el acceso a información sobre las distintas opciones formativas: recursos que se distribuyen de forma desigual según el nivel socioeconómico del hogar. De hecho, los datos de *Education at a Glance 2025* para España muestran que el 75% de los jóvenes de 25-34 años con al menos un progenitor con educación terciaria también obtiene un título terciario, frente a solo el 30% de aquellos cuyos padres no completaron la secundaria superior (OCDE, 2025).

3. Desconexión entre el sistema educativo y las demandas del mercado laboral. El tercer desafío es asegurar que quienes completan Bachillerato o FP adquieran competencias que faciliten una inserción laboral efectiva, una conexión que los datos sugieren débil. Entre los jóvenes de 25-34 años con secundaria superior o postsecundaria no terciaria, la tasa de desempleo en España alcanza el 13,7%, el doble de la media OCDE (6,9%). Asimismo, los datos de la Comisión Europea (2025) reportan que la tasa de empleo de los titulados recientes de FP de Grado Medio (68,6%) se sitúa muy por debajo de la media europea (80,0%).

A ello se suma que en España el 42% de la población adulta tiene cualificación superior y el 35,1% cualificación baja, pero solo el 22,9% tiene cualificación intermedia (Comisión Europea, 2025). Este déficit en el nivel intermedio coexiste con elevadas tasas de sobrecualificación: el 35% de las personas de 20 a 64 años con estudios terciarios trabaja en empleos de baja cualificación, frente al 21,9% de media en la Unión Europea, lo que sitúa a España como el país con la tasa más alta de la UE. Todo ello sugiere un efecto de desplazamiento, por el cual los titulados universitarios acaban ocupando puestos que no requieren su nivel formativo, reduciendo así las oportunidades laborales para quienes cuentan con menores credenciales.

A esta polarización se suma un déficit en áreas estratégicas. La demanda de profesionales STEM y TIC crece más rápido que la oferta de titulados, pero la matriculación en disciplinas STEM en la FP de grado medio (28,3%) es inferior a la media europea (36,3%) y está lejos del objetivo europeo del 45% para 2030 (Comisión Europea, 2025).

→ Dónde puede la tecnología apoyar al alumnado en la etapa postobligatoria

Aunque la evidencia experimental sobre el uso de IA en la postobligatoria es aún incipiente, los estudios disponibles apuntan a tres mecanismos con potencial: el acompañamiento personalizado mediante *chatbots* en las transiciones educativas, la orientación académica aumentada con IA y la alineación curricular basada en inteligencia artificial.

- ***Chatbots* con IA para reducir el abandono.** Las transiciones entre etapas son momentos de especial vulnerabilidad para el alumnado, que debe navegar procesos administrativos complejos: matrícula, solicitud de becas, elección de asignaturas, inscripción en orientación. En este contexto, Page y Gehlbach (2017)[17] evaluaron mediante un RCT la eficacia de un asistente virtual con IA conversacional para apoyar a estudiantes admitidos en la Universidad en EE. UU. durante el verano previo al inicio de sus estudios universitarios. El sistema, basado en mensajería de texto, se integraba con los sistemas de información de la universidad para personalizar el contacto: solo enviaba mensajes sobre aquellas tareas que cada estudiante aún no había completado y respondía automáticamente a las consultas del alumnado gracias a un algoritmo de aprendizaje automático que ampliaba progresivamente su base de conocimiento.

  El experimento incluyó a 7.489 estudiantes admitidos, asignados aleatoriamente a recibir o no el contacto del *chatbot*. Los resultados muestran que, entre los estudiantes que ya se habían comprometido a matricularse, aquellos asignados al grupo de tratamiento tuvieron 3,3% más de probabilidad de matricularse efectivamente, lo que equivale a una reducción del 21% en el abandono durante la transición.

17 Hasta donde se puede recoger evidencia, no existe todavía un RCT que replique de forma estricta el diseño de Page & Gehlbach (2017) con LLM generativos. La evidencia experimental más reciente sobre chatbots de orientación postsecundaria sigue proviniendo, en gran medida, del mismo equipo (Page, Gehlbach, Meyer, Lee) y de arquitecturas pre-IA generativa.

- **Orientación académica aumentada con IA: apoyo en la elección de itinerarios.** Un segundo mecanismo se refiere al uso de la IA para ampliar la calidad y el alcance de la orientación en el momento de elegir entre distintas vías formativas. Lekan y Pardos (2025) analizaron la viabilidad de utilizar *chatbot* impulsado por *genAI* como apoyo a la orientación académica y encontraron que sus recomendaciones fueron valoradas favorablemente por los orientadores y coincidieron con las suyas en un 33% de los casos[18].

- **Alineación curricular y orientación al mercado laboral mediante IA.** El tercer mecanismo se refiere al uso de la IA para mejorar la conexión entre la oferta formativa y las demandas del mercado laboral. En términos simples, la IA puede analizar la relación entre asignaturas, programas educativos, competencias y perfiles profesionales para identificar mejor qué aprendizajes conducen a qué oportunidades laborales. Esto permite detectar desajustes, vacíos o redundancias en los itinerarios formativos y, con ello, ajustar mejor la orientación, los contenidos y la progresión del alumnado. Aunque estas aplicaciones se han desarrollado sobre todo en la educación superior, también podrían trasladarse a la secundaria postobligatoria (OCDE, 2026).

  Desde la perspectiva del mercado de trabajo, la evidencia también demuestra que la IA puede mejorar la planificación de la formación al identificar con mayor precisión las competencias demandadas y conectarlas con perfiles individuales y oportunidades de empleo. El informe de la OCDE (2023) explica que el Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional (Cedefop, por sus siglas en inglés) procesa más de 100 millones de ofertas de empleo en línea de 28 países europeos para construir *Skills-OVATE,* una herramienta que aporta información más granular y actualizada que las fuentes tradicionales sobre las habilidades requeridas por los empleadores. Sobre esa base, la IA puede utilizarse para construir perfiles individuales de competencias a partir de la educación, la experiencia laboral y evaluaciones directas o indirectas, y compararlos con los requisitos de los empleos disponibles. Ejemplos como *Competence-Seeker y Jobbereik,* desarrollados por el servicio público de empleo de Flandes (VDAB), ilustran este potencial: el primero ayuda a enriquecer los currículos con competencias que la persona probablemente posee, pero no ha mencionado, y el segundo sugiere transiciones hacia ocupaciones con perfiles de competencias similares, además de avanzar hacia la recomendación de programas formativos específicos para facilitar esas transiciones (OCDE, 2023).

Recomendaciones clave

→ **Pilotar asistentes conversacionales con IA en los momentos clave de transición, empezando por la matriculación en Bachillerato y FP:** El estudio de Page y Gehlbach (2017) muestra que un *chatbot* con IA conversacional, integrado con los sistemas de información institucionales y capaz de personalizar los mensajes según las tareas pendientes de cada estudiante, puede reducir el abandono durante una transición educativa en un 21%. El caso se refiere al tránsito hacia la universidad en EE. UU., pero el mecanismo —acompañar de forma proactiva y contextualizada durante una fase de alta incertidumbre— es trasladable al tránsito de la ESO al Bachillerato o la FP.

→ **Utilizar la IA para alinear la oferta formativa con las demandas reales del mercado laboral, reduciendo la desconexión estructural entre educación y empleo:** España puede apoyarse en infraestructura europea ya operativa como *Skills-OVATE* de Cedefop para identificar los ciclos formativos con mayores desajustes respecto a la demanda real y priorizar su revisión.

18 Los resultados sugieren que la IA puede ayudar a personalizar la orientación a partir de los intereses y aspiraciones del alumnado, pero también muestran límites importantes: varios orientadores señalaron que sus respuestas carecían de matiz y que un buen proceso de orientación exige formular preguntas adicionales antes de recomendar una opción. Además, al incorporar variables demográficas, las recomendaciones cambiaron en 10 de 33 casos, lo que apunta tanto a su potencial para afinar la personalización como al riesgo de reproducir sesgos. En conjunto, el estudio sugiere que la IA puede reforzar la orientación en momentos de decisión, pero como complemento, y no como sustituto, del criterio humano.

FASE 3: IMPLEMENTAR, EVALUAR E ITERAR

FASE 3 — Implementación

Las dos fases anteriores han identificado las condiciones habilitantes y, sobre esa base, las competencias del alumnado y los ámbitos donde las TIC y la IA pueden aportar valor. Esta tercera fase aborda la pregunta: ¿cómo pasar de la evidencia a la práctica sin repetir los errores de ciclos tecnológicos anteriores? Existe una brecha sistemática entre la política educativa y su implementación efectiva, y mejorar los resultados requiere prestar tanta atención a la ejecución como al diseño de la política (Angrist y Dercon, 2024; Viennet y Pont, 2017). La comparación internacional revisada en el análisis institucional hecho al final de la Fase 1 lo ilustra con claridad: Corea del Sur falló no por falta de inversión sino de pilotaje gradual; Singapur y Estonia tuvieron éxito por haber construido capacidad institucional antes de escalar. Por ello, la implementación de la IA en el sistema educativo español debería seguir un ciclo de tres pasos: pilotar, evaluar y escalar, ciclo en el que cada fase se retroalimenta de la anterior.

	¿Qué implica?	Condiciones
01	**Pilotar** Probar herramientas de IA en un número limitado de centros, con diseño experimental, duración mínima de un curso escolar y medición rigurosa de resultados.	Selección diversa de centros. Formación específica previa al profesorado participante. Protocolo de protección de datos del alumnado.
02	**Evaluar** Medir el impacto con pruebas estandarizadas, analizar efectos heterogéneos por perfil de alumno (género, nivel socioeconómico, rendimiento previo) y recoger la experiencia docente.	Evaluación externa e independiente del proveedor tecnológico. Pruebas que midan transferencia de conocimiento, no solo rendimiento inmediato. Analizar si la herramienta amplía o reduce las brechas existentes.
03	**Escalar** Ampliar gradualmente a más centros solo las intervenciones que hayan demostrado impacto positivo y equitativo, adaptando el diseño en función de los aprendizajes del piloto.	No escalar intervenciones que no hayan sido evaluadas. Mantener la formación docente y la supervisión pedagógica. Prever recursos para evaluación continua.

El ciclo se retroalimenta: los resultados de la evaluación a escala informan nuevos pilotos

Conclusiones y recomendaciones

¿Está España en condiciones de aprovechar el potencial de complementariedad de las TIC y la IA, o existen brechas estructurales que limitan su implementación efectiva? **La respuesta es *"sí, pero solo parcialmente"*.** España ha superado la fase de acceso digital, cuenta con un marco normativo que reconoce la competencia digital y ha realizado una inversión significativa. No obstante, persisten brechas en la calidad del uso pedagógico, la formación docente en IA, el marco operativo y la preparación del alumnado. También se debe tomar conciencia de los errores que se están cometiendo en el uso de TIC e IA para el alumnado, especialmente en las etapas obligatorias.

El análisis revela que el **acceso** básico a la infraestructura digital puede considerarse superada: el 100 % de los centros dispone de conexión a Internet y el 96,9 % cuenta con WiFi operativo. Sin embargo, persisten algunas desigualdades. Los centros públicos se sitúan 15 puntos por debajo de los privados en disponibilidad de plataformas digitales para la enseñanza, y las diferencias entre comunidades autónomas superan los 30 puntos porcentuales en términos de preparación digital. Además, el alumnado procedente de entornos socioeconómicos desfavorecidos presenta mayores dificultades para utilizar de forma autónoma las herramientas digitales.

Estas brechas son relevantes porque condicionan tanto el uso de tecnologías e IA en el aula como la escalabilidad de futuras intervenciones tecnológicas.

En cuanto al **profesorado,** solo el 35% del profesorado de secundaria declara utilizar IA, y entre quienes no lo hacen, tres de cada cuatro señalan la falta de formación como razón principal. La brecha formativa en IA es la más elevada entre todas las dimensiones de desarrollo profesional, y el marco de acreditación vigente (MRCDD) no la contempla como competencia específica. La evidencia es clara en este punto: la tecnología necesita una estructura de apoyo docente para funcionar. Los mayores beneficios de la IA se producen precisamente cuando se orienta al docente (mejorando sus prácticas pedagógicas, reduciendo su tiempo de planificación), pero esto requiere formación sostenida y condiciones institucionales que hoy no están garantizadas.

En el plano normativo, España dispone de los elementos básicos, pero carece de los mecanismos operativos que los conviertan en práctica: guías sobre cómo incorporar la IA generativa, certificación docente vinculante y evaluación sistemática. La comparativa internacional confirma que lo que determina el éxito no es la ambición regulatoria ni la magnitud de la inversión, sino la calidad de la implementación: la experiencia de Corea del Sur, donde un programa de 850 millones de dólares fue cancelado a los cuatro meses por ausencia de pilotaje y exclusión del profesorado, contrasta con los modelos de Singapur y Estonia, construidos sobre décadas de capas institucionales y formación docente previa al despliegue.

Finalmente, los datos de TIMSS, PIRLS y PISA revelan desafíos significativos en las competencias básicas del alumnado español, agravados por el empeoramiento de las condiciones sociales de la infancia, una brecha lingüística creciente y un deterioro de las distracciones y el clima del aula (incluyendo los efectos negativos del uso no estructurado de los *smartphones*). La evidencia revisada muestra que la tecnología puede aportar valor en cada etapa educativa (instrucción adaptativa en primaria en pequeñas dosis, detección temprana y tutoría personalizada en la ESO, orientación vocacional y reducción del abandono en la postobligatoria) cuando opera como complemento de la acción docente y cuando el alumnado dispone de las competencias base y la supervisión necesaria.

FASE 1

CONDICIONES HABILITANTES

1. **Cerrar las brechas de infraestructura**
   La infraestructura ya no es la barrera principal, pero sus desigualdades condicionan la viabilidad de las intervenciones más efectivas. Los programas de instrucción adaptativa requieren conectividad estable y dispositivos funcionales.

   → Priorizar la inversión en centros públicos y CCAA con menor preparación digital, asegurando que las brechas de infraestructura no se conviertan en brechas de oportunidad pedagógica.

2. **Formación docente en IA**
   Como señalan la OCDE y Fondazione Agnelli (2025), los docentes deben formar parte de las decisiones sobre diseño y adopción de IA, y la formación debe preceder al despliegue, no acompañarlo.

   → Actualizar el MRCDD para incorporar la IA como competencia específica y evaluable en todos los niveles (no solo C1-C2), alineando la acreditación con las competencias que la nueva realidad demanda.

   → Diseñar la formación como acompañamiento sostenido en el centro, con práctica supervisada en el aula, tutoría entre pares y comunidades de aprendizaje.

3. **Directrices operativas sobre la integración con intención pedagógica de IA**

   → Elaborar guías que orienten a los centros sobre el uso de IA generativa en la práctica docente, la evaluación y la gestión del aula, siguiendo el principio de intencionalidad pedagógica

FASE 2

INTEGRACIÓN EN EL APRENDIZAJE

IA con guardarraíles pedagógicos, diferenciada por etapa y orientada a problemas específicos.

España enfrenta desafíos específicos en cada etapa (brechas de competencias básicas en primaria, repetición y distracción en ESO, abandono y desajuste en la postobligatoria) que requieren respuestas diferenciadas.

→ **En primaria:** Introducir de forma gradual la práctica digital mediante el aprendizaje asistido por ordenador (CAL, por sus siglas en inglés), en momentos puntuales y bien delimitados, ya sea de forma individualizada o mediante trabajo colaborativo supervisado. La integración debe ser progresiva, permitiendo que el alumnado se familiarice con las herramientas digitales paso a paso, a medida que se consolidan las competencias fundamentales. En 5.º y 6.º, combinar el uso de la IA con la alfabetización ética: integrar la enseñanza de principios como el sesgo algorítmico, la privacidad, la justicia de los datos y la responsabilidad del usuario, para evitar un mal uso de la tecnología.

- **En ESO:** i) construir una infraestructura de analítica de trayectorias que permita entender cómo aprenden los estudiantes y detectar a quienes están en riesgo; ii) orientar la inversión en tecnología e IA educativa hacia herramientas con evidencia de efecto diferencial a favor del alumnado con mayores dificultades para reducir brechas; y iii) establecer marcos claros sobre cuándo la tecnología aporta valor y cuándo conviene restringir su uso, reconociendo que el problema no es la tecnología en sí sino su uso no guiado.

- **En postobligatoria:** i) pilotar asistentes conversacionales con IA en los momentos clave de transición, empezando por la matriculación en Bachillerato y FP; y utilizar la IA para alinear la oferta formativa con las demandas reales del mercado laboral, reduciendo la desconexión estructural entre educación y empleo.

FASE 3

IMPLEMENTAR, EVALUAR E ITERAR

Mejorar los resultados requiere prestar tanta atención a la ejecución como al diseño de la política.

Por ello, la implementación de la IA en el sistema educativo español debería seguir un ciclo de tres pasos: pilotar, evaluar y escalar.

- **Pilotar antes de desplegar:** Cualquier herramienta de IA que se proponga para uso en centros educativos debería probarse primero en un número limitado de centros, con diseño experimental, duración mínima de un curso escolar y selección diversa de contextos. La formación docente debe preceder al piloto, no acompañarlo.

- **Evaluar con independencia y rigor:** la evaluación debe ser externa e independiente del proveedor. No basta con medir rendimiento inmediato: hay que analizar transferencia de conocimiento, efectos heterogéneos por perfil del alumnado y si la herramienta amplía o reduce las brechas. La experiencia docente —qué funcionó, qué no, qué condiciones faltaron— es también fuente de evidencia.

- **Escalar solo lo que funciona:** no ampliar a más centros intervenciones que no hayan sido evaluadas. El escalado debe ser gradual, manteniendo la formación docente y la supervisión pedagógica, y previendo recursos para evaluación continua.

- **Crear un repositorio público de evaluaciones:** que documente qué intervenciones tecnológicas se han pilotado, en qué contextos, con qué resultados y en qué condiciones.

Bibliografía

Abrahamsson, S. (2026). Smartphone bans, student outcomes and mental health. *Journal of Human Resources.*

Angrist, N., & Dercon, S. (2024). Mind the gap between education policy and practice. *Nature Human Behaviour, 8* (12), 2261-2263.

Araya, R., Arias Ortiz, E., Bottan, N., & Cristia, J. (2025). Integrating Learning Platforms within Regular School Time: Experimental Evidence from Chilean Primary Schools. *Economics of Education Review.*

Bai, Y. T. (2023). Impact of online computer assisted learning on education: Experimental evidence from economically vulnerable areas of China. *Economics of Education Review, 94.*

Banerjee, A. V., Cole, S., Duflo, E., & Linden, L. (2007). Remedying education: Evidence from two randomized experiments in India. *The quarterly journal of economics, 122*(3), 1235-1264.

Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakcı, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 122*(26).

Bates, A. (2015). Teaching in a Digital Age: Guidelines for designing teaching and learning. BCcampus.

Beland, L. P., & Murphy, R. (2016). Ill communication: technology, distraction & student performance. *Labour Economics*(41), 61-76.

Beuermann, D. W., Cristia, J., Cueto, S., Malamud, O., & Cruz-Aguayo, Y. (2015). One laptop per child at home: Short-term impacts from a randomized experiment in Peru. *American Economic Journal: Applied Economics,* 53-80.

Boeskens, L., & Echazarra, A. (2025). Using digital resources for learning: *Policy insights from PISA 2022.* Paris: OECD.

Boulhrir, T., & Hamash, M. (2025). Unpacking artificial intelligence in elementary education: A comprehensive thematic analysis systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 9.*

Burns, M., Winthrop, R., Luther, N., Venetis, E., & Karim, R. (2026). *A new direction for students in an AI world: Prosper, prepare, protect.* Washington D.C.: Brookings Institution.

Cobreros, L., & Gortazar, L. (2023). *Todo lo que debes saber de PISA 2022 sobre equidad.* Madrid: EsadeEcPol.

Comisión Europea. (2025). *Monitor de la Educación y la Formación de 2025: España.* Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Cortés Jiménez, R. (2024). *Estado del empoderamiento digital del profesorado español y persistencia de la brecha de género y edad.* Fundación La Caixa.

Cueto, S., Beuermannb, D. W., Cristia, J., Malamud, O., & Pardo, F. (2025). Laptops in the long run: Evidence from the one laptop per child program in rural Peru. *Journal of Public Economics, 252.*

Cuevas-Ruiz, P., Rello, L., Sanz, I., & Sevilla, A. (2025). Bridging Literacy Gaps: *The Impact of AI-Driven Personalised Learning on Reading Skills and Educational Equity. EdWorkingPaper No. 25-1209.,* Annenberg Institute for School Reform at Brown University.

Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science, 333*(6045), 959-964.

Exposito-Casas, E., González-Benito, A., & López-Martín, E. (2024). Data mining to detect variables associated with the occupational aspirations of Spanish 15-year-old students. *International Journal for Educational and Vocational Guidance, 24* (1), 201-222.

Figlio, D. N., & Özek, U. (2025). *The Impact of Cellphone Bans in Schools on Student Outcomes: Evidence from Florida.* National Bureau of Economic Research.

Ganimian, A. J., Vegas, E., & Hess, F. M. (2020). *Realizing the promise: How can education technology improve learning for all.* Brookings Institution.

Gorjón, L., & Osés, A. (2023). The negative impact of information and communication technologies overuse on student performance: Evidence from OECD countries. *Journal of Educational Computing Research,, 61*(4), 723-765.

Gortazar, L., & Cahu, P. (2025). *Calidad del Aprendizaje de Matemáticas y Ciencias en Primaria en España y Francia.* Madrid: EsadeEcPol.

Gortazar, L., Hupkau, C., & Roldán-Monés, A. (2024). Online tutoring works: Experimental evidence from a program with vulnerable children. *Journal of Public Economics, 232.*

Haßler, B., Huntington, B., Klune, C., Lester, J., Bhutoria, A., & Mansour, H. (2025). *Understanding Quality Characteristics of EdTech Interventions and Implementation for Disadvantaged Pupils. Systematic Review with Meta-Analysis.* Education Endowment Foundation.

Hevia, F., Székely, M., Vinacur, T., & Zoido, P. (2022). *Tutorías remotas: revisión de la literatura.* BID, Banco Interamericano de Desarrollo.

INTEF. (2017). *Una breve historia de las TIC Educativas en España.* Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Ivie. (27 de Noviembre de 2025). *Ivie.es.* Obtenido de Las diferencias regionales de gasto público en educación alcanzan los 3.700 euros por alumno y la distancia se ha duplicado desde el año 2000: https://www.ivie.es/es_ES/las-diferencias-regionales-gasto-publico-educacion-alcanzan-los-3-700-euros-alumno-la-distancia-se-ha-duplicado-desde-ano-2000/

JPAL. (2019). *Will Technology Transform Education for the Better?* Cambridge, MA: J-PAL Evidence Review.

Lekan, K., & Pardos, Z. A. (2025). AI-Augmented Advising: A Comparative Study of GPT-4 and Advisor-Based Major Recommendations. *Journal of Learning Analytics, 12*(1), 110-128.

Mata, I., Zubillaga, A., & Gortazar, L. (2025). *Brechas digitales: ¿estamos preparados para otro cierre de las escuelas?* Madrid: Fundación Cotec.

MEFPD. (2023). PIRLS 2021: Informe Español. Madrid: Secretaría General Técnica.

MEFPD. (27 de Mayo de 2024). *Enseñanzas no Universitarias / Sociedad de la información y la comunicación en los centros educativos / Series.* Recuperado el Febrero de 2026, de EDUCAbase: https://estadisticas.educacion.gob.es/EducaDynPx/educabase/index.htm?type=pcaxis&path=/no-universitaria/centros/tic/series&file=pcaxis&l=s0

MEFPD. (2024). *TIMSS 2023: Informe Español.* Madrid: Secretaría General Técnica.

Muralidharan, K., Singh, A., & Ganimian, A. J. (2019). Disrupting education? Experimental evidence on technology-aided instruction in India. *American Economic Review, 109*(4), 1426-1460.

OCDE. (2021). *Making the most of teachers' time.* París: OECD Education Policy Perspectives.

OCDE. (2023). *OECD Employment Outlook 2023.* París: OECD Publishing.

OCDE. (2025). *Education at Glance 2025.* París: OECD Publishing.

OCDE. (2026). *OECD Digital Education Outlook 2026.* Paris: OECD Publishing.

OCDE; Fondazione Agnelli. (2025). *AI adoption in the education system international insights and policy considerations for Italy.* París: OECD Artificial Intelligence Papers series.

Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia del Gobierno de España. (2025). *HispanIA 2040: cómo la inteligencia artificial mejorará nuestro futuro.* Madrid.

Olsen, B., & Curtiss Wyss, M. (21 de Octubre de 2025). *Brookings Institution.* Recuperado el 18 de Febrero de 2026, de How to avoid past edtech pitfalls as we begin using AI to scale impact in education: https://www.brookings.edu/articles/how-to-avoid-past-edtech-pitfalls-as-we-begin-using-ai-to-scale-impact-in-education/

Oreopoulos, P., Gibbs, C., Jensen, M., & Price, J. (2024). *Teaching teachers to use computer assisted learning effectively: experimental and quasi-experimental evidence.* National Bureau of Economic Research.

Oreopoulos, P., Keyes-Krysakowski, O., & Agarwal, D. (2026). *How In-School Supervised Ed-Tech Support Produces Massive Learning Gains: A Khan Academy Field Experiment in India.* NBER Working Paper.

Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. (2019). Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial. Journal of Educational Psychology. *Journal of Educational Psychology, 111*(2), 284–298.

Page, L. C., & Gehlbach, H. (2017). How an artificially intelligent virtual assistant helps students navigate the road to college. *Aera Open, 3*(4).

Paglialunga, A., & Melogno, S. (2025). The effectiveness of artificial intelligence-based interventions for students with learning disabilities: a systematic review. *Brain Sciences, 15*(806).

Roschelle, J., Shechtman, N., Tatar, D., Hegedus, S., Hopkins, B., Empson, S., . . . Lawrence, P. G. (Diciembre de 2010). Integration of Technology, Curriculum, and Professional Development for Advancing Middle School Mathematics: Three Large-Scale Studies. *American Educational Research Association, 47*(4), 833-878.

Stoeger, H., Debatin, T., Heilemann, M., Schirner, S., & Ziegler, A. (2023). *Online mentoring for girls in secondary education to increase participation rates of women in STEM: A long-term follow-up study on later university major and career choices.* Annals of the New York Academy of Sciences.

UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report Summary 2023: Technology in education: A tool on whose terms?* Paris: UNESCO.

UNESCO. (2025). *Marco de competencias para docentes en materia de IA*. París.

Vanzo, A., Chowdhury, S. P., & Sachan, M. (2025). GPT-4 as a homework tutor can improve student engagement and learning outcomes. In *Proceedings of the 63rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (págs. 31119–31136)*. Vienna: Association for Computational Linguistics.

Wang, R. E., Ribeiro, A. T., Robinson, C. D., Loeb, S., & Demszky, D. (2024). Tutor copilot: *A human-ai approach for scaling real-time expertise. arXiv preprint.*

World Bank Group. (2016). *Digital Dividends.* Washington DC.

Zelazo, P. D., Blair, C. B., & Willoughby, M. T. (2016). *Executive Function: Implications for Education.* National Center for Education Research.

Zubillaga, A., & Gortazar, L. (2020). *Covid-19 y Educación II: escuela en casa y desigualdad.* Madrid: Fundación Cotec.

esade

EsadeEcPol - Center
for Economic Policy

Este informe ha sido elaborado
por Jimena Contreras,
bajo la supervisión de contenidos
de Lucas Gortazar y la supervisión
editorial de Jorge Galindo.
Asimismo, incorpora gráficos
y resultados procedentes
de análisis previos realizados por
Isabella Becerra y Lucía Cobreros.