



¿Qué funciona en educación?

Evidencias para la mejora educativa

18

septiembre de 2020

¿Qué sabemos sobre la efectividad de las tecnologías digitales en la educación?

Mireia Usart Rodríguez

El contexto actual de pandemia nos obliga a la virtualización de una gran parte del proceso de enseñanza-aprendizaje y, al mismo tiempo, hace más urgente la necesidad de evidencias sobre el impacto del uso de las tecnologías digitales en la educación (desde infantil a secundaria). Muchos estudios de todo el mundo han revisado el papel que desempeñan estas tecnologías en contextos educativos diversos, en términos de efectividad (mejora en el aprendizaje, desarrollo de competencias, motivación...) y de los factores clave necesarios para implementarlas (rol del docente, base pedagógica, tipología de herramientas...). Esta revisión aporta evidencias relativas a propuestas de aprendizaje con uso de tecnologías digitales que quieren ofrecer una respuesta clara a las necesidades actuales de la educación en nuestro país.

“La educación se ha basado durante demasiado tiempo en inercias y tradiciones, y los cambios educativos en intuiciones o creencias no fundamentadas. El movimiento ‘Qué funciona’ irrumpe en el mundo de la educación con un objetivo claro: promover políticas y prácticas educativas basadas en la evidencia. [Ivàlua](#) y la [Fundació Bofill](#) han creado una alianza para impulsar este movimiento en Cataluña”.



¿Qué funciona en educación?

Evidencias para la mejora educativa

¿Qué sabemos sobre la efectividad de las tecnologías digitales en la educación?



Mireia Usart Rodríguez

Doctora en Educación y tecnologías digitales. Investigadora posdoctoral en el grupo de investigación ARGET en el ámbito de las tecnologías educativas y la competencia digital. Profesora de la Facultad de Pedagogía de la Universidad Rovira i Virgili.

Motivación

Según lo establecido en los artículos 58 y 59 de la LEC (Ley 12/2009, de 10 de julio, de educación) y en el artículo 53.1 del Estatuto de Autonomía de Cataluña, tanto en la educación primaria como en la educación secundaria obligatoria, los alumnos deben desarrollar un nivel adecuado de competencias necesarias para el uso de las tecnologías digitales [1]. Además, la madurez digital es un elemento definitorio del desarrollo de un país que no solo se consigue con infraestructuras tecnológicas avanzadas, sino también con ciudadanos digitalmente competentes [2].

El uso generalizado de las tecnologías digitales está presente en todos los ámbitos de desarrollo social de las personas y la implementación de las tecnologías digitales en los contextos educativos no es una excepción. La transformación social hacia la digitalización produce nuevos beneficios y oportunidades. No obstante, el rápido desarrollo de la tecnología educativa no evita que muchos niños en edad escolar no dispongan todavía de una conexión a internet en sus casas, lo cual supone una desventaja para ellos a la hora de hacer los deberes, acceder a recursos en línea y desarrollar su competencia digital ciudadana [3].

Por otra parte, está claro que el uso docente de las tecnologías digitales en el aula ha aumentado en los últimos años, pero quizá no de una manera constante. Por



ejemplo, en la Unión Europea las ratios de alumnos por ordenador conectado a internet se redujeron a la mitad entre los años 2006 y 2012, pero el número de docentes de enseñanza secundaria obligatoria que admitió que utilizaba la tecnología en el 50 % o más de sus clases no aumentó significativamente, y es difícil que llegue a más del 20 % de media [4]. Esta cifra contrasta con el hecho de que el 90 % de estos profesores utilizaba algún tipo de tecnología digital en el aula, de lo cual se infiere que el paradigma predominante sigue relacionando el uso de la tecnología educativa con la mera presentación unidireccional de contenidos.

Con el cierre de los centros educativos el 13 de marzo de 2020 a causa de la pandemia, se pusieron de manifiesto las dos circunstancias que han condicionado poder atender al alumnado de manera no presencial: la brecha digital y el insuficiente desarrollo de la competencia digital de docentes y alumnos. Las principales medidas paliativas aprobadas de manera urgente por el Departamento de Educación de la Generalitat iban orientadas en este sentido. Convendría que todo lo que aprendamos de este contexto de emergencia sirva también para repensar el aprendizaje cuando acabe la crisis sanitaria [5] [6].

Convendría que todo lo que aprendamos de este contexto de emergencia sirva también para repensar el aprendizaje cuando acabe la crisis sanitaria.



La OCDE [7] [8] considera que se está avanzando hacia la creación de ambientes de aprendizaje adecuados y esto debe llevar a la educación deseada para el año 2030. Así pues, un espacio de aprendizaje no es únicamente un lugar físico específico, también los espacios virtuales tienen impacto en el aprendizaje porque promueven el debate, la colaboración y la exploración que se establece dentro de una relación educativa de esta índole [9]. Por tanto, la incorporación de las tecnologías digitales a la educación en nuestro país debe tener muy presente lo que dicen las evidencias, y la revisión que aquí presentamos se enfoca a llenar este vacío.

¿En qué programas nos fijamos para entender el impacto del uso de las tecnologías digitales en la educación?

Durante las últimas décadas se ha acumulado suficiente base científica sobre el uso de las tecnologías digitales, no solamente en entornos a distancia, sino también presenciales e híbridos. A pesar de esto, la mayoría de los textos científicos se centran en los efectos de la tecnología en la educación superior, y ha resultado más difícil encontrar evidencias en secundaria, primaria y educación infantil, que son los contextos en los que centramos nuestro análisis. Además, a pesar de la cantidad de evidencia existente, es notable la falta de estudios de impacto en Cataluña y entornos cercanos. Es importante explicar que la definición de tecnologías digitales, tal como se cita en la mayoría de las fuentes consultadas, se entiende como la variedad de herramientas y aplicaciones digitales que ayudan a proporcionar materiales de aprendizaje y apoyan los procesos de aprendizaje en el aula, tanto para los docentes como para los alumnos.

Existe una gran diversidad de posibilidades cuando se trata de implementar las tecnologías digitales en el ámbito escolar. También los factores clave que

contribuyen al éxito de esta implementación son diversos e incluyen desde la Administración hasta las familias. Todos estos factores han sido estudiados por la literatura especializada del campo y aparecen resumidos en este documento.

Ahora bien, hay que tener en cuenta que las definiciones equívocas e incoherentes, así como la existencia de diversos tipos de tecnologías digitales pueden conducir a falsas generalizaciones de la eficacia de la tecnología en la educación [10].

Las definiciones equívocas e incoherentes, así como la existencia de diversos tipos de tecnologías digitales, pueden conducir a falsas generalizaciones de la eficacia de la tecnología en la educación.



Esta revisión incluye intervenciones educativas que incorporan el uso de las tecnologías digitales en distintas áreas (matemáticas, lengua, ciencias...) y en distintos niveles educativos (infantil, primaria, secundaria obligatoria y posobligatoria), y también aquellas que hablan de estrategias o herramientas digitales concretas. Las referencias analizadas estudian tanto la efectividad de las modalidades presenciales con uso de tecnologías digitales como los programas de modalidad mixta (o híbrida) y aquellas totalmente en línea, aunque en menor medida, debido a la falta de evidencia para niveles educativos preuniversitarios.

La revisión de la literatura que fundamenta este informe presenta un amplio abanico de experiencias y evidencias prácticas. Hay que tener presente que, tal como apuntan diversos autores y autoras [10] [11], la variedad de modalidades, modelos y estrategias implicados comporta una dificultad añadida a la hora de entender de una manera unívoca el impacto de los elementos clave que pueden conducir al éxito de los programas evaluados. Además, aunque hablaremos de la efectividad de distintas herramientas digitales, es difícil encontrar metanálisis que estudien la validez de herramientas concretas. Las intervenciones objeto de estudio se estructuran de la manera siguiente:

- **Modalidad de virtualización:** según el grado de virtualización del programa, que puede ser totalmente presencial, con más o menos uso de las tecnologías digitales; totalmente virtual o en línea (los alumnos no asisten presencialmente al centro educativo) o bien una combinación de ambas (modalidad mixta o híbrida) [11] [12].
- **Paradigma o aproximación pedagógica subyacente:** hablamos en concreto del conductismo, cognitivismo, humanismo, constructivismo, conectivismo... [13] [14].
- **Estrategia educativa concreta del programa estudiado:** aprendizaje basado en juegos (ABJ), aprendizaje basado en proyectos (ABP), aprendizaje basado en indagación (ABI)...
- **Herramientas digitales implementadas:** uso de distintos *hardware* y *software* en relación con el modelo/metodología (dispositivos móviles, robótica, realidad virtual, realidad aumentada, sistemas de tutoría inteligentes, *apps* educativas...).
- **Factores contextuales:** área de aprendizaje, duración e intensidad de la intervención, tipo de programas (para trabajar la brecha digital, de apoyo a familias, para necesidades especiales...), rol y formación del profesorado, rol de la familia y el entorno, factores demográficos (como la edad de los estudiantes), factores económicos y características de centro ante la implantación de las tecnologías digitales.

Tabla 1.

Modalidades educativas con uso de las tecnologías digitales (TD) y su relación con los paradigmas educativos, las estrategias y la tipología de herramientas digitales

		Presencial, sin uso de las TD o con poco uso de las TD	Presencial, con uso intensivo de las TD	Mixto o híbrido	En línea
Definición		El proceso de enseñanza-aprendizaje (e-a) es facilitado por el docente, que utiliza las tecnologías digitales limitando el tiempo y la frecuencia, y centra la acción dentro del aula.	El proceso de e-a es facilitado por el docente, que implementa las tecnologías digitales durante el curso dentro del aula física.	El proceso de e-a tiene lugar tanto a través del docente como de la tecnología, el estudiante aprende al menos una parte de manera presencial y otra fuera del aula física (> 25 %), con algún elemento de control de los estudiantes sobre el tiempo, el lugar y el ritmo.	Proceso de e-a que tiene lugar solamente a través de la tecnología; docente y alumnos interactúan a distancia, fuera del aula física y normalmente se requiere conexión a la red y uso de dispositivos digitales.
Paradigma		Conductismo, humanismo, cognitivismo (y teorías metacognitivas), constructivismo (social, mixto y en línea).			
Modelos y estrategias		ABP, ABJ, ABI, cooperativo, colaborativo	ABP, ABJ, ABI, cooperativo, colaborativo	FC, CSCL, ABI, ABP, ABJ	ABJ, ABP, CSCL, ABI
Herramientas	Hardware	Dispositivos físicos, como ordenadores o uso de las aulas de informática.	Todo tipo de dispositivos: ordenadores, móvil/tableta, pizarras interactivas, proyectores...	Todo tipo de dispositivos: ordenadores, móvil/tableta, dispositivos mixtos, pizarras interactivas, proyectores...	Dispositivos facilitados por el centro (1 × 1) o del propio estudiante.
	Software	Se clasifican según el tipo de diseño instruccional y las funcionalidades.			
		<ul style="list-style-type: none"> • Programas de “práctica y repetición”, <i>quizzes</i> • Simulaciones/videojuegos/aplicaciones gráficas • Robótica • Sistemas hipermedia (RA, RV, <i>apps</i>...) 	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas digitales de aprendizaje • Sistemas de tutoría • Sistemas de tutoría inteligentes (<i>bots</i>) 		

Fuente: elaboración propia a partir de Means *et al.* (2013) [11]; Zheng *et al.* (2018) [15]; Delgado *et al.* (2015) [16]. ABP: aprendizaje basado en proyectos.. ABJ: aprendizaje basado en juegos. ABI: aprendizaje basado en indagación. CSCL: aprendizaje colaborativo mediado por ordenador. FC: aula inversa. RA: realidad aumentada. RV: realidad virtual. TD: tecnologías digitales.

Preguntas que guían la revisión

Las tecnologías digitales se han introducido de manera muy heterogénea en la educación, muchas veces haciendo prevalecer la tecnología en sí misma sobre la pedagogía o sobre las distintas necesidades educativas del alumnado. Este documento de revisión en torno al uso de las tecnologías digitales en educación quiere aportar elementos de debate y, al mismo tiempo, responder a las preguntas siguientes: 1. ¿Qué mejora en el aprendizaje de los alumnos tiene la educación que utiliza tecnologías digitales? 2. ¿Qué modalidad o grado de virtualización tiene un impacto más significativo en el alumnado? 3. ¿Qué tipo de metodologías educativas y estrategias con uso de las tecnologías digitales se relacionan con una mejora en términos de aprendizaje, de mejora competencial o de aspectos actitudinales? 4. ¿Existe una tipología concreta de herramientas digitales que se relacione con una mejora importante en el aprendizaje, en términos de rendimiento académico, implicación y motivación? Finalmente, se discute en qué condiciones de implementación estas propuestas son más efectivas y qué implicaciones prácticas tiene para Cataluña.

Revisión de la evidencia

Para realizar la revisión de evidencias presentada en este documento, se han analizado 58 referencias de los diez últimos años; 23 de ellas son directamente experimentales o cuasiexperimentales y aportan casos de éxito que pueden ser útiles para el contexto. Entre las 16 revisiones de literatura y los 19 metanálisis se cubren más de 1600 estudios primarios de todo el mundo sobre los efectos del uso de las tecnologías digitales en la educación primaria y secundaria.

¿Qué efectividad tienen estos programas, en general, sobre los resultados de aprendizaje y otras dimensiones clave identificadas?

Para responder a esta pregunta nos hemos centrado en cinco metanálisis (véase la [tabla 2](#)), seis revisiones de literatura y doce experimentos y cuasiexperimentos que evalúan, de manera general, la efectividad de las tecnologías digitales para el aprendizaje. La evidencia es calificada como extensa y se ha incrementado en los últimos años [17] [18] [19]. Observamos que las áreas de matemáticas, ciencia y lengua se han estudiado más, históricamente, respecto al uso de las tecnologías digitales. Hay que destacar la falta de investigación en el área de las humanidades.

En general podemos afirmar que se observa un **impacto positivo**, aunque modesto, en lo que respecta al uso de las tecnologías digitales sobre el aprendizaje, muy parecido entre las distintas áreas de conocimiento, y donde **la formación de los docentes**

en tecnología desempeña un papel fundamental [19] [21]. El impacto se ha mantenido positivo a lo largo del tiempo, desde la década de 1980 hasta ahora, cuando el impacto positivo empieza a ser más elevado (véase la [tabla 2](#)). Las tecnologías digitales contribuyen también al aumento de las actitudes positivas en la etapa de primaria y secundaria con respecto a unas áreas concretas, como las matemáticas y las ciencias [18] [21]. Sin embargo, existen muchos factores implicados que dificultan la elaboración de propuestas específicas si no analizamos la tipología de tecnologías con más detalle.

En lo que respecta a los estudios que evalúan los resultados generales de pruebas internacionales como PISA o TIMMS, estos nos ofrecen información muy útil respecto al uso de las tecnologías digitales en general por parte del alumnado. Se puede ver que ni las actitudes de los estudiantes hacia las tecnologías digitales ni el tiempo de uso ni el acceso a estas influyen en la mejora del aprendizaje. En cambio, la frecuencia de uso de las tecnologías digitales sí es un factor clave para la mejora del aprendizaje [22] [23]. La cantidad de uso de las tecnologías digitales tanto en los colegios como en el hogar no es un predictor de la mejora del aprendizaje.

Para el ámbito de la **lengua**, la evidencia se ha centrado sobre todo en el proceso de lectoescritura y se han encontrado mejoras estadísticamente significativas, aunque, de nuevo, muy heterogéneas, sobre todo

Se observa un impacto positivo, aunque modesto, en lo que respecta al uso de las tecnologías digitales sobre el aprendizaje.



La cantidad de uso de las tecnologías digitales tanto en los colegios como en el hogar no es un predictor de la mejora del aprendizaje.



en educación infantil y primaria y, concretamente, en competencias básicas y de lectura [20] [24] [25]. El uso de las tecnologías digitales generalmente tiene un efecto más positivo en el aprendizaje de la lengua que los enfoques tradicionales.

El uso de las tecnologías digitales generalmente tiene un efecto más positivo en el aprendizaje de la lengua que los enfoques tradicionales.



En cuanto a las **matemáticas**, podemos decir que forman un binomio de éxito con las tecnologías digitales. Tanto en primaria como en secundaria, las tecnologías digitales aportan una mejora estadísticamente significativa en el aprendizaje, pero no representan un avance espectacular [17] [18]. Aunque los resultados positivos se encuentran en todos los niveles educativos [19], hay menos evidencia centrada en la educación infantil, aunque los estudios que hablan de ella encuentran un impacto positivo [26]. Los estudios que se centran únicamente en la educación primaria evalúan grupos menos numerosos y hay que ir con cuidado a la hora de sacar conclusiones en comparación con los resultados de secundaria. Los estudios que se centran en la secundaria concluyen que el uso de las tecnologías digitales tiene un efecto positivo en los resultados de aprendizaje y en las actitudes de los estudiantes [19].

Tabla 2.

Resultados de los metanálisis que miden la efectividad del uso de las tecnologías digitales en entornos educativos respecto a los que no las utilizan

Outcomes relativos a la dimensión académica del alumnado						
Referencia (fecha)	Fechas de los estudios	Número de estudios incluidos	Nivel educativo	Tipo de tecnología o intervención	Resultados	Tamaño del efecto
Cheung <i>et al.</i> (2012) [18]	2000-2010	74	Primaria y secundaria	Intensidad de uso del <i>hardware</i>	Mejores resultados de aprendizaje en matemáticas	EP g=0,15 p<,01
Cheung <i>et al.</i> (2013) [20]	2000-2010	84	Primaria y secundaria	Nivel de implementación de la TD	Mejores resultados de lectura	EP g=0,16 p<,01
Grynszpan <i>et al.</i> (2014) [27]	1998-2013	22	Primaria	Intervenciones innovadoras con TD (robótica, realidad virtual...)	Mejor aprendizaje de estudiantes con autismo en distintas materias	EM d=0,47 p<,01
Hershkovitz <i>et al.</i> (2018) [21]	2014-2016	7	Todos	Programas 1 × 1 en el aula y en línea	Relación docente-estudiante Mejoran los resultados finales de aprendizaje	EP d=0,36 p<,05
Hillmayr <i>et al.</i> (2020) [19]	2000-2018	108	Secundaria	Uso de las TD en el aula y formación docente en TD	Rol de la formación docente Mejor aprendizaje matemáticas y ciencia Mejor actitud estudiantes	EM g=0,65 p<,01 g=0,45 p<,05

Fuente: elaboración propia. TD: tecnología digital. La duración de los programas es variable y no se indica en la mayoría de los estudios. El efecto de tamaño de los metanálisis reporta con la diferencia estandarizada de medianas: g = estimador de Hedges; d = estimador de Cohen. El tamaño del efecto se expresa como: efecto pequeño (EP): 0,2; efecto mediano (EM): 0,5; efecto grande (EG): 0,8.

¿Qué modalidad o grado de virtualización tiene un impacto más positivo en educación?

La investigación sobre las distintas modalidades comenzó midiendo las diferencias entre los programas educativos en línea y los híbridos en contraposición a los presenciales que no utilizaban las tecnologías [28]. No obstante, el consenso actual sobre la viabilidad de la educación totalmente en línea ha permitido ir más allá de la comparativa y avanzar hacia el estudio de las diferencias concretas dentro de las modalidades digitales [29]. Seis metanálisis y una revisión sistemática concretan esta parte de la evidencia (véase la [tabla 3](#)).

La **modalidad mixta o híbrida** (la que combina el aprendizaje presencial y a distancia) es la que presenta más evidencias para los niveles de primaria y secundaria, aunque algunos estudios centrados en programas totalmente en línea [29] nos aportan algunas lecciones aplicables en el contexto actual de pandemia.

Las conclusiones de los metanálisis y de las revisiones sugieren una efectividad global en términos de aprendizaje de la modalidad mixta sobre la modalidad presencial. La gran variabilidad de resultados, sin embargo, indica que esta efectividad depende del contexto y de cómo se aplique el modelo: la introducción de la modalidad mixta requiere un replanteamiento del diseño instruccional, así como una inversión adicional en tiempo y esfuerzo hacia un enfoque más activo y centrado en el alumnado. La modalidad mixta mejora los resultados del aprendizaje, ya que combina las ventajas de la modalidad presencial y de la modalidad en línea. Por ejemplo, permite incluir materiales de instrucción más auténticos y variados, así como actividades de aprendizaje innovadoras. Sin embargo, esta modalidad también combina las desventajas de las dos: **los estudiantes suelen tener más dificultades con la gestión del tiempo, la autorregulación del aprendizaje o la complejidad de las tareas** [30].

Las conclusiones de los metanálisis y de las revisiones sugieren una efectividad global en términos de aprendizaje de la modalidad mixta sobre la modalidad presencial.



En la efectividad de la modalidad mixta también influye en qué medida la actividad es sincrónica. Estas actividades ofrecen una espontaneidad alta, permiten un sentimiento de cohesión entre los estudiantes y promueven la colaboración, pero, al mismo tiempo, los estudiantes en algunos casos se sienten presionados a responder sin tener tiempo para reflexionar o indican que tienen más problemas técnicos que si la actividad es asíncrona. El diseño asíncrono es el que ofrece mayor flexibilidad en cuanto a ubicación y tiempo, y permite, además, una implicación más reflexiva del estudiante [11] [12].

El diseño asíncrono es el que ofrece mayor flexibilidad en cuanto a ubicación y tiempo, y permite, además, una implicación más reflexiva del estudiante.



El aula inversa: ¿una moda o un modelo realmente efectivo?

Dentro de la modalidad híbrida encontramos uno de los modelos más extendidos: la clase o aula inversa [12]. El docente facilita los contenidos a la clase por



adelantado mediante vídeos grabados y pasa el tiempo de clase sumergiéndose a los estudiantes en actividades que implican colaboración e interacción [31], cambia el ritmo de aprendizaje, el estilo y el nivel de dificultad al que los estudiantes están acostumbrados. Últimamente, muchos estudios han investigado la implementación efectiva de este modelo en una gran variedad de asignaturas y niveles educativos, aunque el grueso de la investigación se centra en la educación superior.

En el modelo de aula inversa las tecnologías digitales ayudan proporcionando *feedback* más rápidamente, lo cual consigue una mayor satisfacción de los estudiantes. Las herramientas de ayuda son más efectivas que las herramientas basadas en el ensayo y error [25]. En cualquier caso, los resultados de los metanálisis centrados en la educación secundaria indican una mejora discreta de los resultados de aprendizaje que es independiente de la duración de la intervención, pero está relacionada con el área de conocimiento: para planificar correctamente el aula inversa, hay que tener en cuenta que este modelo no es adecuado en áreas de carácter aplicado, como los relacionados con la arquitectura y la ingeniería. Además, si el contenido concreto requiere una interacción frecuente o un aprendizaje muy práctico, los estudiantes podrían quedar bloqueados durante el aprendizaje que se produce antes de las actividades de clase [32].

En el modelo de aula inversa las tecnologías digitales ayudan proporcionando *feedback* más rápidamente, lo cual consigue una mayor satisfacción de los estudiantes.



No podemos cerrar este apartado sin hablar de la modalidad en línea que, aunque se implementa mayoritariamente en niveles educativos universitarios, también se ha utilizado de emergencia en Cataluña en la educación primaria y en la secundaria [6]. Esta se ha hecho popular por proporcionar un acceso más flexible al contenido y la instrucción en cualquier momento y desde cualquier lugar. Hay que diferenciarla de la categoría más amplia de la enseñanza a distancia, que históricamente ha incluido cursos por correspondencia, televisión educativa y videoconferencia [14].

Los autores que estudian la modalidad en línea indican que esta puede ser tan eficaz como la presencial, en concreto para el estudio autónomo, y siempre que los métodos y las tecnologías utilizadas sean las adecuadas para los objetivos de aprendizaje [11] [33] [34]. Cuando se comparan distintos programas en línea en secundaria, se encuentra que aquellos entornos virtuales diseñados para facilitar la colaboración y la cooperación entre estudiantes son los más efectivos en términos de aprendizaje, sobre todo si el docente hace de guía [29] [35]. Concretamente, los estudiantes de ciencias a nivel de secundaria se muestran satisfechos con el programa en línea y mejoran sus resultados en ciencias. A pesar de estos resultados positivos, los estudiantes con dificultades de aprendizaje son los menos beneficiados [36] [37]. Todos los estudiantes necesitan tener ayuda y *feedback* constante en los entornos en línea para conseguir los resultados esperados e iniciar procesos cognitivos y metacognitivos más allá del aprendizaje por prueba y error. Los programas de ayuda en línea, es decir, los que ofrecen apoyo a los estudiantes fuera de las asignaturas y horas lectivas, son los más habituales cuando hablamos de implementar una modalidad en línea en primaria [38] [39] [40].

Aquellos entornos virtuales diseñados para facilitar la colaboración y la cooperación entre estudiantes son los más efectivos en términos de aprendizaje, sobre todo si el docente hace de guía.



Los estudios que comparan las modalidades mixta y en línea indican que la primera aporta mejores resultados en términos de aprendizaje y motivación, menos carga cognitiva y menos sensación de soledad para los estudiantes [11], que la modalidad totalmente en línea.

Tabla 3.
Resultados de los metanálisis que comparan la efectividad de las distintas modalidades o grados de virtualización de los entornos de aprendizaje

Referencia (año)	Fechas de los estudios	Número de estudios incluidos	Nivel educativo	Tipo de modalidad y comparativa	Resultados	Tamaño del efecto
Cook <i>et al.</i> (2008) [34]	1990-2007	63	Todos	Efectividad de modalidad a distancia respecto de la presencial	<i>Mejores resultados de aprendizaje</i>	EP g=0,12
Means <i>et al.</i> (2013) [11]	1996-2012	50	Secundaria	Efectividad de modalidad en línea respecto de la presencial Efectividad de modalidad híbrida respecto de la presencial	<i>Mejores resultados de aprendizaje</i> <i>Mejores resultados de aprendizaje</i>	EP g=0,05 g=0,35
Bernard (2009) [33]	1985-2002	74	Todos	Efectividad de modalidad a distancia respecto de la presencial	<i>Mejor aprendizaje en línea, dependiendo del tipo de interacciones</i>	EM g=0,38
Spanjers <i>et al.</i> (2015) [30]	1985-2002	69	Primaria y secundaria	Efectividad de modalidad mixta respecto de la tradicional, uso de test y quiz	<i>Más efectividad medida como resultado del postest en la intervención</i> <i>Más efectividad subjetiva</i> <i>Más satisfacción de los estudiantes</i> <i>Más inversión en educación</i>	EP g=0,34 g=0,27 g=0,11 g=-1,04
Mahmud <i>et al.</i> (2018) [10]	1990-2007	59	Todos	Entornos mixtos respecto de los presenciales Estudia los efectos en aprendizaje y actitudes/motivación de los estudiantes	<i>Uso de hardware y software sobre el aprendizaje del idioma</i> <i>Mejor resultado de aprendizaje del idioma + AC/MOT</i>	EM-EG g= 0,55-3,00 g=-0,48-1,20
Borokhovski <i>et al.</i> (2012) [29]	2000-2011	74	Primaria y secundaria	Aprendizaje en línea: estudia el tipo de interacciones entre agentes implicados	<i>Mejores resultados de aprendizaje: estudiante–estudiante</i> <i>estudiante–docente</i> <i>estudiante–contenido</i>	EM g=0,49 g=0,32 g=0,46
Cheng <i>et al.</i> (2019) [32]	2013-2016	55 (115)*	Primaria y secundaria	Estudia el modelo de aula inversa respecto del tradicional	<i>Mejores resultados cognitivos</i> <i>Según la duración de la intervención:</i> menos de un semestre más de un semestre	EP g=0,19 g=0,35 g=0,15

Fuente: elaboración propia. TD: tecnologías digitales. FC: aula inversa. PR: presencial. BL: modalidad mixta. OL: modalidad en línea. AC: actitudes. MOT: motivación. Todos: desde primaria hasta universidad. Mejor aprendizaje: medidas variadas de aprendizaje como nota final, GPA o notas estandarizadas de distintas asignaturas y cursos. El efecto de tamaño de los metanálisis reporta la diferencia estandarizada de medianas: g = estimador de Hedges; d = estimador de Cohen. El tamaño del efecto se expresa como: efecto pequeño (EP): 0,2; efecto mediano (EM): 0,5; efecto grande (EG): 0,8. *: número de estudios (número de efectos de tamaño).



Todas las modalidades que comportan un uso intensivo de las tecnologías digitales presentan, pues, grandes retos para los centros: cambios en los horarios, en las tareas docentes y en el diseño de actividades. Los cambios son también importantes para los alumnos y hay que tenerlos en cuenta: la implementación de modalidades híbridas y en línea, sobre todo en primaria, deben dar tiempo suficiente a los estudiantes para adaptarse al cambio que supone, un tiempo que a veces supera la intervención en sí (entre cinco y doce semanas) que presenta la mayoría de los programas revisados. Todos estos factores obligan a valorar hasta qué punto hay que implementar una modalidad no presencial, a no ser que sea por una situación de emergencia como lo ha sido el confinamiento que ha tenido lugar en 108 países del mundo [6].

¿Qué estrategias de aprendizaje con tecnologías digitales son más efectivas?

La estrategia relacionada con el uso de las tecnologías digitales que presenta más fuentes de evidencia es el **aprendizaje basado en juegos** (ABJ). Los estudios que analizan su efectividad (véase la [tabla 4](#)) muestran una relación positiva de esta con los resultados de aprendizaje; en concreto, si se aplica con una base pedagógica cognitivista con interacción, mejora la adquisición de contenidos [13] [41] [42], competencias y la implicación de los estudiantes [43]. En cambio, el incremento en motivación y retención no es tan elevado [13] [43]. El ABJ en primaria es más efectivo que en secundaria, y también los juegos individuales más que los juegos multijugador [42]. Finalmente, esta estrategia es más efectiva cuando se utilizan videojuegos en comparación con simulaciones y mundos virtuales [44]. Los estudiantes de primaria y secundaria encuentran esta metodología útil para aprender matemáticas, ciencias sociales y vocabulario. Además, se sienten motivados para hacerlo. Sin embargo, no hay ninguna evidencia que indique que los juegos sean la estrategia adecuada para todas las situaciones educativas [13].

La estrategia relacionada con el uso de las tecnologías digitales que presenta más fuentes de evidencia es el aprendizaje basado en juegos.



También la estrategia denominada **aprendizaje colaborativo mediado por ordenador** (CSCL) presenta un amplio cuerpo de estudio, aunque la evidencia no universitaria es muy limitada y se centra en actividades extraescolares [26] [45]. Los principales resultados positivos de esta estrategia se encuentran en el aprendizaje de las ciencias y en STEM, y siempre que se proporcione una clara orientación y un apoyo constante a los estudiantes [15].

El **aprendizaje basado en proyectos** (ABP) junto con los enfoques de aprendizaje colaborativo y cooperativo han sido también núcleo de estudio en el campo de la educación con tecnologías digitales. La colaboración y cooperación explícitas mejoran la interacción estudiante-estudiante en las modalidades en línea, en comparación con otras estrategias que no facilitan explícitamente esta interacción. La relación entre estudiantes y contenidos también mejora, aunque de manera no significativa [29].

Finalmente, nos fijamos en el **aprendizaje basado en la indagación** (ABI). La evidencia en primaria y secundaria indica que es una estrategia muy utilizada en modalidades mixtas y en línea [14] [46] para trabajar asignaturas STEM [47]. Esta

estrategia está relacionada con el concepto de comunidades de indagación (CoI) [24] [48] [49]. Dentro de estas comunidades, proporcionar a los estudiantes objetivos claros del curso, temario, fechas previstas, retroalimentación puntual y ayudarlos a colaborar de manera efectiva con sus compañeros de clase les permite desarrollar interacciones productivas tanto con contenido como con otros estudiantes, hecho que ayuda a la construcción conjunta de conocimientos [24].

Tabla 4.
Resultados de los metanálisis que evalúan estrategias y herramientas digitales

Referencia (año)	Fechas de los estudios	Número de estudios incluidos	Nivel educativo	Tipo de herramienta o estrategia	Resultados	Tamaño del efecto
Wouters <i>et al.</i> (2013) [41]	1990-2012	39	Todos	Juegos educativos (estrategia ABJ)	Mejores puntuaciones finales de curso Mejor retención Mejor motivación	EP d=0,29 d=0,36 d=0,26
Merchant <i>et al.</i> (2014) [44]	Hasta 2012	69	Todos	Estudio de los distintos tipos de herramientas en la estrategia ABJ	Mejores resultados de aprendizaje en: Juegos educativos Simulaciones Mundos virtuales	EM g=0,51 g=0,4 g=0,36
Huang (2018) [51]	2011-2018	30 (34)*	Secundaria y universidad	Estudia el uso de las redes sociales en relación con los resultados de aprendizaje	Mejores resultados de aprendizaje según: Uso de las redes sociales Tiempo de uso Frecuencia de uso	EP r = -,07 r = -,06 r = -,01
Jeong <i>et al.</i> (2019) [45]	2010-2018	143	Todos	Examina el impacto del CSCL en la educación STEM	Mejores resultados de aprendizaje en STEM	EM g=0,49
Steenbergen-Hu & Cooper (2013) [37]	1997-2011	26 (34)*	Primaria y secundaria	STI Matemáticas STI frente a PR	Mejores resultados de aprendizaje en matemáticas	EP g=0,05**
Fang <i>et al.</i> (2018) [52]	2005-2015	15 (24)*	Secundaria y universidad	Sistema de tutoría inteligente (ALEKS) comparado con presencial	Mejor aprendizaje de las matemáticas	EP g=0,10 p<,05
Xu <i>et al.</i> (2019) [53]	2000-2018	19 (88)*	Primaria y ESO	Sistemas de tutoría inteligentes comparados con otros tipos de tutorías	Mejor comprensión lectora: General STI frente a Tutor humano en línea STI frente a Tutor en el aula	EG g=0,60 g=0,20 g=0,86
Donnelly-Hermosillo <i>et al.</i> (2020) [54]	1980-2018	13	Primaria y secundaria	Tecnologías de representación gráfica en estrategias ABI	Mejora en generación de hipótesis, predicciones, análisis e interpretación de datos y reflexión.	EM g=0,59** (0,55-0,62)
Tsai & Tsai (2020) [42]	2000-2018	26	Primaria y ESO	Estrategia ABJ respecto de la tradicional y tipo de juegos por nivel educativo	Mejora de la adquisición de conocimiento científico: Primaria ESO Individual Multijugador	EG g=0,68 g=0,51 g=0,75 g=0,49

Fuente: elaboración propia. ABJ: aprendizaje basado en juegos. RA: realidad aumentada. SLR: revisión sistemática de la literatura. STI: sistemas de tutoría inteligentes. ABI: aprendizaje basado en indagación. Todos: desde primaria hasta universidad. Mejor aprendizaje: medidas variadas de aprendizaje como nota final, GPA o notas estandarizadas de asignaturas y cursos. El efecto de tamaño de los metanálisis reporta la diferencia estandarizada de medianas: g = estimador de Hedges; d = estimador de Cohen; o bien con r = coeficiente de correlación media. El tamaño del efecto se expresa como: efecto pequeño (EP): 0,2; efecto mediano (EM): 0,5; efecto grande (EG): 0,8. *: número de estudios (número de efectos de tamaño). **no reporta nivel de significatividad (p), sino intervalos.

¿Hay una tipología de herramientas o de recursos didácticos digitales que se relacione con un mejor aprendizaje?

Así como los avances tecnológicos proporcionan herramientas digitales diferentes según el tipo de diseño instruccional, su impacto sobre el aprendizaje también es diverso [17] [50]. Las *apps*, junto con los videojuegos, son las herramientas más estudiadas en revisiones sistemáticas [55]. Otras herramientas estudiadas —sobre las que hablaremos a continuación— son la realidad virtual y la realidad aumentada, herramientas colaborativas y de evaluación y apoyo, incluidas las de inteligencia artificial y redes sociales (véase la [tabla 5](#)).

Para cualquier herramienta digital, un contenido excesivamente difícil puede conducir rápidamente a la pérdida de interés y motivación de los estudiantes [39].

Para cualquier herramienta digital, un contenido excesivamente difícil puede conducir rápidamente a la pérdida de interés y motivación de los estudiantes.



Tabla 5.
Herramientas digitales incluidas en la revisión de evidencia

Dispositivos o <i>hardware</i>	Herramientas digitales o <i>software</i>	Permiten
<ul style="list-style-type: none"> • Ordenador • Móvil/tableta • Dispositivos mixtos • Robots y juguetes robóticos • Pizarras interactivas • Equipamientos multimedia 	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas/webs/laboratorios virtuales... • Videojuegos, simulaciones... • Sistemas de tutoría inteligentes y bots sociales • Redes sociales y espacios para CSCL • Realidad virtual • Realidad aumentada • Aplicaciones móviles (<i>apps</i>) • <i>Software</i> de dibujo/gráficos • Tecnologías de diseño 3D* 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición/intercambio de información • Adquisición/práctica de competencias • Retroalimentación, reflexión • Motivación/implicación • Colaboración, competición • Creación conjunta de conocimiento • Evaluación

Fuente: creación propia, basada en Zheng *et al.* (2018) [15]; Cheung & Slavin, (2012) [18]; Mahmud (2018) [10]; Huang (2018) [51]; Jia *et al.* (2013) [25]. * Estas últimas son muy concretas y no tenemos evidencia clara sobre ellas.

Encontramos pocos estudios de impacto que exploren la aceptación tecnológica de los niños y las niñas sobre las aplicaciones y tecnologías móviles, y todavía menos centrados en los resultados de aprendizaje que comporta su uso. En cualquier caso, las tabletas tienen un lugar importante en el campo de la educación por su maniobrabilidad, bajo coste y atractivo para los estudiantes [56] [57]. Permiten escribir en la pantalla con un bolígrafo digital y resultan adecuadas para aprender caligrafía, lo cual proporciona un entorno de aprendizaje útil para los escritores iniciales [57]. Sin embargo, las presiones normativas y las motivaciones intrínsecas sobre el uso de las tecnologías de aprendizaje móvil en la educación primaria podrían ir en contra de su implementación [58].

Recuadro 1.

Un ejemplo de intervención con tabletas, concretamente con una app multilingüaje para aprender matemáticas dirigida a edades tempranas: Onebillion [59]

Onebillion: una app de aprendizaje de matemáticas y lengua para niños

Esta iniciativa proporciona las competencias básicas de matemáticas, lectura e inglés a niños y niñas con riesgo de exclusión. Lo hacen con soluciones educativas tecnológicas, concretamente *apps*, que permiten reducir costes y llegar a muchos niños.

Se basan en el hecho de que las *apps* educativas de matemáticas, disponibles en varios idiomas, son cada vez más populares. Y que las evidencias emergentes demuestran las ventajas de las aplicaciones de matemáticas para ayudar al desarrollo matemático de los niños y las niñas.

Para entender “qué funciona” en el uso de aplicaciones de matemáticas, debemos tener en cuenta factores que pueden afectar a los resultados, incluida la competencia de los niños y las niñas en el idioma de aprendizaje.

En este proyecto, los profesores comenzaron con la aplicación inicial Mates 3-5 y luego se trasladaron a la aplicación más avanzada, Mates 4-6.

Resultados: los alumnos que utilizaron Onebillion avanzaron tres meses adicionales en matemáticas en comparación con el grupo de control.

La evaluación formativa sugiere que en el impacto del programa podría influir la cantidad de apoyo pedagógico que se ofrece a los alumnos durante las sesiones de intervención. Los alumnos tenían mejores resultados cuando los supervisaban los docentes (que pensaban que su papel era enseñar conceptos cuando los estudiantes tenían dificultades).

Los tutores informaron de que los alumnos disfrutaban más de la aplicación Mates 3-5 y necesitaban menos apoyo pedagógico para utilizarla.

Se necesita más información sobre **la naturaleza del apoyo pedagógico que funciona mejor en sesiones de la app** y sobre los efectos en la mejora de matemáticas de los alumnos con dificultades.

Más información:

Página web del proyecto Onebillion: <https://onebillion.org/>

Ejemplos de evaluaciones experimentales aplicadas a este programa:

Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., y Pitchford, N. J. (2019). “Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial”. *Journal of Educational Psychology*, 111(2), 284-298 [60]

Outhwaite, L. A., Gulliford, A., y Pitchford, N. J. (2020). “Language counts when learning mathematics with interactive apps”. *British Journal of Educational Technology*. doi:10.1111/bjet.1291 [61]

Dentro de la modalidad mixta, las herramientas que facilitan la interacción entre iguales de manera significativa son: mensajería, blogs y foros [62]; también herramientas digitales tan utilizadas como los test y los cuestionarios autoadministrados tienen un efecto positivo en el logro y la atracción de los estudiantes en contextos híbridos. En concreto, las herramientas más efectivas son las que permiten hacer preguntas en línea o test integrados en vídeos (*quizzes*, Socrative). En cambio, el uso de Facebook y de otras redes sociales presenta resultados negativos: el uso de redes sociales no está directamente vinculado a mejoras en el aprendizaje [51].

Los test y los cuestionarios autoadministrados tienen un efecto positivo en el logro y la atracción de los estudiantes en contextos híbridos.



Dentro de entornos tanto híbridos como en línea encontramos otra herramienta efectiva en términos de aprendizaje, pero que, sobre todo, ayuda a aumentar la presencia y el *feedback* docente: los **sistemas de tutoría inteligentes** (STI). En las áreas de matemáticas y lengua [37] [52] [53] representan una opción viable para proporcionar una formación constante y accesible en poblaciones dispersas geográficamente que, de otra manera, no podrían acceder a la ayuda docente. Combinadas con las **herramientas de representación gráfica** (aquellas que permiten representar de manera visual y matemática resultados numéricos, como GeoGebra) mejoran los resultados de aprendizaje [19]. De hecho, las herramientas de representación gráfica mejoran el aprendizaje en términos de competencias matemáticas y científicas en comparación con entornos que no utilizan este tipo de *software*. Mediante un *feedback* inmediato ayudan a generar hipótesis y predicciones, a recopilar, analizar e interpretar datos y reflexionar sobre ellos y, por tanto, son adecuados en estrategias ABI y para materias STEM [54].

Recuadro 2.

Un ejemplo de sistema de tutoría inteligente (STI) para matemáticas en secundaria: ALEKS [52]

ALEKS (sistema de tutoría inteligente basado en la teoría de los espacios de aprendizaje, creado por la editorial McGraw Hill)

ALEKS (evaluación y aprendizaje de espacios de conocimiento) es un sistema de evaluación y aprendizaje web con inteligencia artificial. Utiliza interrogatorios adaptativos para determinar de forma rápida y precisa lo que un estudiante sabe y no sabe de un tema. ALEKS instruye al alumno sobre los temas que está preparado para aprender. A medida que el estudiante trabaja a través de un curso, evalúa periódicamente para asegurar el aprendizaje significativo de los temas aprendidos. En lo que respecta a la evaluación, evita preguntas de selección múltiple. También ofrece las ventajas de una instrucción individual, asíncrona y ubicua, accesible desde prácticamente cualquier ordenador conectado a internet.

Resultados de la investigación:

ALEKS no tiene ningún efecto negativo y **tiene un efecto positivo muy pequeño sobre el aprendizaje de los estudiantes en comparación con otros tipos de instrucciones. ALEKS fue más efectivo cuando se utilizó durante un semestre en comparación con un curso escolar completo.** De la misma manera como apoyo y como herramienta principal [52]. El STI en el aprendizaje matemático de los estudiantes de primaria y secundaria no tuvo ningún efecto sobre el aprendizaje matemático de los estudiantes en comparación con la instrucción regular en el aula [37]. Los estudiantes, en general, se beneficiaron más del uso del STI que sus compañeros con rendimiento bajo, lo que cuestiona el potencial del STI en estos casos.

Más información:

Página web del proyecto ALEKS: <https://www.aleks.com>

Ejemplos de evaluaciones experimentales aplicadas a este programa:

Fang, Y., Ren, Z., Hu, X. y Graesser, A.C. (2018). "A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning", *Educational Psychology*, doi: 10.1080/01443410.2018.1495829 [52]

Herramientas de realidad virtual y de realidad aumentada: una buena opción para aumentar la motivación de los estudiantes

Los *pervasive games* basados en realidad mixta (realidad y uso de realidad virtual y/o realidad aumentada) [63] amplían la experiencia del juego fuera del dispositivo y la llevan al mundo físico; [26] [43] los denominan como parte de las herramientas que se utilizan en la perspectiva constructivista y Grynszpan *et al.* [27] mide su efectividad en niños y niñas con trastornos del espectro autista.

La realidad aumentada (RA) [46] ayuda a la **participación activa y hace que el aprendizaje sea más inmersivo** [50]. La RA educativa se centra principalmente en proporcionar información adicional sobre temas de interés, mediante juegos y experimentos. A pesar de la cantidad de prácticas existente, falta evidencia para poder estudiar la potencialidad de la RA en la educación primaria [50].

La combinación de la RA y de la estrategia ABJ a través de dispositivos móviles permite integrar entornos del mundo real con contenido digital dinámico e interactivo. La ciencia y las ciencias sociales son los ámbitos educativos donde más

se ha aplicado la RA en primaria. Para el aprendizaje de STEM ofrece actividades de exploración y simulación basadas en mecanismos de descubrimiento, aunque pocas proporcionan ayuda a los estudiantes. Las principales ventajas de las experiencias de aprendizaje basadas en juegos con RA son: la mejora del conocimiento, la motivación, la interacción y la colaboración. Los estudiantes pueden mejorar su rendimiento como consecuencia de actitudes positivas y de la motivación hacia el proceso de aprendizaje. La mayoría de los estudios encuentran efectos positivos, como el aumento de la comprensión conceptual de los estudiantes, seguida de los resultados de aprendizaje afectivo [49]. Además, la combinación del ABJ, el ABP y la realidad virtual potencia las relaciones interpersonales y la ayuda mutua en entornos en línea [43].

Las principales ventajas de las experiencias de aprendizaje basadas en juegos con RA son: la mejora del conocimiento, la motivación, la interacción y la colaboración.



Programación, robótica y juguetes robóticos, ¿el futuro de las herramientas digitales en el colegio?

Hemos dejado para el final este tipo de herramientas, que tienen una parte de *hardware* (el robot, arduino, etc.) y una parte de *software* (como Scratch). El motivo es que, a pesar de su popularidad, todavía hay pocos metanálisis y revisiones sis-

temáticas centrados en primaria y secundaria. Además, estas herramientas tienen un coste elevado y hace falta una constante actualización en su aplicación [27]. La evidencia muestra que la robótica educativa es una herramienta valiosa para desarrollar las habilidades cognitivas y sociales de los estudiantes desde infantil. Los estudiantes no se limitan a aprender programación o aspectos relacionados con las tecnologías; se aplican en diversas disciplinas, desde la ciencia hasta el aprendizaje de lenguas extranjeras. Bee-bot¹, por ejemplo, se aplica en la educación preescolar [64] y en el aula de primaria. Cuando aprenden a programar un robot, también aprenden conceptos matemáticos, lectoescritura y artes plásticas [65], pensamiento lógico, resolución de problemas y habilidades metacognitivas [66].

La evidencia muestra que la robótica educativa es una herramienta valiosa para desarrollar las habilidades cognitivas y sociales de los estudiantes desde infantil.



¿Qué hay que tener en cuenta para iniciar intervenciones educativas con uso de tecnologías digitales para que sean efectivas?

Ha quedado patente que las intervenciones educativas con uso de las tecnologías digitales, aunque cada día están más presentes en las aulas de todo el mundo, deben presentar una serie de características concretas para que mejoren el aprendizaje del alumnado. Además de los resultados expuestos hasta ahora, hay que especificar cómo se implementan estos programas en términos de pedagogía, rol docente, rol de la tecnología, tipo de interacción y factores temporales que hay que tener en cuenta.

1 <http://www.bee-bot.us>

Existen también barreras que pueden disminuir la eficacia de las tecnologías digitales en el aula, como pueda ser el acceso a estas por parte del alumnado y la formación de todos los agentes implicados. Hemos visto que realizar grandes inversiones solo en tecnología aporta un resultado más bien modesto [16] [21] si no se tienen en cuenta estos aspectos.

¿Se tienen en cuenta los paradigmas educativos clásicos en los estudios o estamos construyendo castillos en el aire? Lamentablemente, la mayoría de los estudios revisados no hablan explícitamente de la aproximación pedagógica o del paradigma educativo desde los cuales se diseña la intervención [13]. En cambio, sabemos que **esta base teórica es clave** para la efectividad de cualquier programa educativo que tenga en cuenta las tecnologías educativas.

Esta base teórica es clave para la efectividad de cualquier programa educativo que tenga en cuenta las tecnologías educativas.



Según las pocas revisiones y metanálisis que estudian los paradigmas educativos en entornos digitales, las estrategias ABJ son las más trabajadas a nivel de paradigmas educativos [13]. En concreto, hay que mencionar el cognitivismo y la metacognición como aproximaciones efectivas al aprendizaje con uso de tecnologías digitales [67] [68] (véase la [tabla 6](#)).

Desarrollar procesos **cognitivos y metacognitivos** de alto orden mediante sistemas de tutoría inteligentes, simulaciones, programación, juegos educativos, entornos de aprendizaje colaborativo y realidad virtual [26] desde la educación infantil, ayuda a los niños y niñas a planificar, monitorizar, controlar y reflexionar sobre actividades matemáticas básicas. Aprender matemáticas desde un enfoque constructivista y haciendo uso de tecnologías digitales comporta mejores resultados de aprendizaje que las aulas tradicionales. Si, además, enriqueciéramos estos entornos con pedagogías metacognitivas, obtendríamos resultados positivos [55]. Los estudiantes deben relacionarse activamente con el contenido del aprendizaje para comprender información nueva [69] [70] desde el **aprendizaje autorregulado** y su revisión confirma el rol clave de los agentes pedagógicos sobre todo en entornos totalmente en línea. En contextos en línea, la **presencia social** es necesaria para mejorar los resultados de aprendizaje y la implicación, más que en entornos híbridos o presenciales.

La presencia social es necesaria para mejorar los resultados de aprendizaje y la implicación, más que en entornos híbridos o presenciales.



Tabla 6.
Metanálisis que evalúan el uso de teorías pedagógicas

Referencia (año)	Fechas de los estudios	Número de estudios incluidos	Nivel educativo	Tipo de modalidad y comparativa	Resultados	Tamaño del efecto
Darabi <i>et al.</i> (2013) [67]	2000-2012	72	Primaria y secundaria	Interacción en entornos en línea, según el paradigma cognitivista	<i>Mejores resultados de aprendizaje en discusiones estratégicas en comparación con discusiones convencionales</i>	EM d=0,50 p<,01
Zhou & Lai (2019) [68]	1995-2017	29 (36)	Infantil y primaria	Andamiaje metacognitivo en procesos educativos de investigación en línea	<i>Estrategias de andamiaje Mejor proceso de investigación Mejor resultado de investigación</i>	EM r = ,33 r = ,34 p<,001

Fuente: elaboración propia. Mejores resultados de aprendizaje: medidas variadas de aprendizaje como nota final, GPA o notas estandarizadas de asignaturas y cursos. El efecto de tamaño de los metanálisis reporta la diferencia estandarizada de medianas: d = estimador de Cohen; o bien r = coeficiente de correlación media. El tamaño del efecto se expresa como: efecto pequeño (EP): 0,2; efecto mediano (EM): 0,5; efecto grande (EG): 0,8.

Un segundo elemento moderador clave es el **profesorado**, su formación en tecnologías y herramientas concretas [19] y, sobre todo, el uso que haga de ellas. Concretamente, su ayuda y su *feedback* constante, tanto si se utiliza de manera complementaria como si se utiliza de manera central, es clave para que el aprendiz no se sienta solo y esté motivado para seguir aprendiendo [4] [56]. Para una inclusión correcta de las tecnologías en el aula, los colegios no deberían suponer que el profesorado está preparado para utilizarlas, sino que deben crear activamente oportunidades adecuadas para el desarrollo profesional. La falta de formación concreta, la escasez de apoyo técnico y la falta de políticas claras pueden evitar que se utilicen regularmente [56]. Es fundamental que se ofrezca un apoyo adecuado a los docentes y que la tecnología se integre de manera natural en la aproximación pedagógica del centro [71]. Como factores internos, la literatura resalta creencias, actitudes y expectativas de los docentes hacia las tecnologías digitales [24] [55] [72].

Otro factor clave en el uso de las tecnologías digitales es el **apoyo entre iguales y la colaboración en línea** [29]. Aquellos entornos diseñados deliberadamente para que los estudiantes interactúen tienen resultados mucho más positivos en términos de aprendizaje.

Aquellos entornos diseñados deliberadamente para que los estudiantes interactúen tienen resultados mucho más positivos en términos de aprendizaje.



En lo que respecta a la **temporización**, hay dos aspectos clave que se han estudiado: la sincronía y la duración de los programas. La interacción asíncrona muestra mejores resultados en términos de aprendizaje, sobre todo en cursos más avanzados y en foros [67], si bien la sincronía ayuda a la implicación [21]. Por otro lado, las intervenciones en un periodo de tiempo reducido (menos de un trimestre), muestran resultados positivos [73], aunque el esfuerzo en tiempo de preparación y en inversión de medios y dinero hace que las intervenciones de menos de un semestre no sean viables en la mayoría de las instituciones.

El esfuerzo en tiempo de preparación y en inversión de medios y dinero hace que las intervenciones de menos de un semestre no sean viables en la mayoría de las instituciones.





Finalmente, hay que hablar también del **acceso** a las tecnologías digitales como factor mediador entre estas y el aprendizaje. Los programas 1×1 han sido cada vez más habituales en los colegios y tienen el objetivo de proporcionar ordenadores portátiles a

niños y niñas para que puedan utilizarlos en el colegio y en casa. Se han implementado en 36 países y se han distribuido más de dos millones de ordenadores [74] [75]. No existe consenso teórico ni empírico sobre si el ordenador en casa es un factor directamente relacionado con el logro académico. Los estudios revisados muestran impactos tanto positivos como negativos. En general, no mejora el logro académico, la asistencia a clase ni la motivación [21] [76]. En cambio, las competencias cognitivas sí mejoran, así como la cantidad de uso de los ordenadores en casa y, lo más importante, se modifican las prácticas docentes y así disminuye la brecha digital cognitiva de los alumnos [77]. Podemos concluir que el acceso a las tecnologías para los estudiantes más vulnerables, que a menudo van a colegios con menos recursos, complementa al rol docente, aunque no aseguran la mejora académica.

El acceso a las tecnologías para los estudiantes más vulnerables, que a menudo van a colegios con menos recursos, complementa al rol docente, aunque no aseguran la mejora académica.



Recuadro 3.

Ejemplo de programa 1 × 1 en los Estados Unidos. Lecciones aprendidas para primaria [74]

Esta investigación experimental tiene como objetivo principal **ofrecer evidencia directa sobre el programa 1 × 1 en los Estados Unidos**, mediante la muestra aleatoria más grande entre estudiantes de seis a diez años.

Resultados: el programa aumentó sustancialmente el acceso y el uso del ordenador desde casa, pero no se vieron efectos (ni positivos ni negativos) en clave educativa, incluidas las notas finales, la asistencia y las acciones disciplinarias. El hecho de tener ordenador en casa sí que aumenta su uso total para el trabajo escolar, pero también para jugar, acceder a redes sociales y otros usos lúdicos. Tampoco encuentran efectos positivos, tales como dedicar tiempo a obtener ayuda en tareas, utilizar *software* u otros aspectos relacionados con la competencia digital. Por otra parte, tampoco encontramos evidencias de que se dedique más tiempo a hacer deberes.

Conclusiones: para los escolares de los Estados Unidos y, posiblemente, para los de otros países desarrollados, los efectos educativos negativos del uso de ordenadores para juegos, redes sociales y otras formas de entretenimiento no tienen casi ningún peso, pero los ordenadores tampoco se utilizan para comunicarse con profesores y colegios ni para la supervisión parental de los estudiantes mediante un *software* concreto. Por tanto, hay que ser cauteloso con este tipo de ayudas si no van acompañadas de otras acciones: el mero hecho de tener un ordenador con internet en casa no implica *per se* mejoras en los resultados académicos de los niños con un nivel socioeconómico bajo.

Las intervenciones para reducir la brecha digital en los Estados Unidos y en otros países no deben centrarse únicamente en ayudar a obtener ordenadores y *hardware*, sino en acompañar a los estudiantes y a las familias para que aprendan a utilizar estos aparatos para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Referencias:

Fairlie, R. W., y Robinson, J. (2013). "Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren". *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), pp. 211-40 [74].

Fairlie, R. W., y Robinson, J. (2013). *Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren*. National Poverty Center Working Paper Series# 13-02. National Poverty Center, University of Michigan [75].

¿Las intervenciones educativas mediadas por las tecnologías digitales son igual de efectivas para todo el alumnado?

Como hemos visto, la transformación educativa hacia la digitalización produce nuevos beneficios y oportunidades. Sin embargo, el rápido desarrollo de las tecnologías digitales se está produciendo en un contexto de profunda y persistente desigualdad. Existe poca evidencia sobre los colectivos con necesidades educativas especiales (NEE). Además, sabemos que en función de cómo se diseñen los programas, cómo se utilicen y quién pueda acceder a ellos, las tecnologías educativas pueden aliviar o agravar las disparidades existentes. Si bien el acceso a dispositivos digitales y a internet es cada vez más común, muchos niños en edad escolar siguen sin disponer de una conexión a internet en casa, lo cual les deja en una desventaja teórica respecto al alumnado que sí puede acceder a recursos en línea [3].

Los alumnos con NEE se encuentran en riesgo de exclusión digital. La experiencia afirma que hay que involucrarlos en actividades de aula, prácticas de lectura y escritura mediante herramientas digitales que los estudiantes ya conocen de fuera del colegio, como la realidad virtual [24] [27]. En este colectivo, el uso de las tecnologías digitales se convierte en una opción para promover la interacción y la colaboración, lo cual consigue una mejora de las competencias de lectura y escritura, así como de la capacidad de trabajar con otras personas [36]. En general, los programas individuales presentan resultados académicos menores que los que trabajan en grupos pequeños y los estudiantes de primaria obtienen más beneficio que los de secundaria. Las matemáticas y la escritura son las áreas donde la mejora es más evidente, y la resolución de problemas, en la que menos.

En cuanto a los programas con uso de las tecnologías digitales que se implementan para ayudar a migrantes con nivel socioeconómico bajo, aumentan el interés de los estudiantes, su confianza y el interés por el colegio [36] [78]. La inclusión de tecnologías digitales en entornos con falta de infraestructura tecnológica y apoyo institucional ayuda especialmente a los niños más pequeños, reticentes y con más dificultad de aprendizaje de la escritura básica. De hecho, las herramientas digitales pueden ayudar a los estudiantes en estos contextos, en términos de presencia docente y *feedback*; sin estos elementos los resultados pierden significado [76] [78].

La inclusión de tecnologías digitales en entornos con falta de infraestructura tecnológica y apoyo institucional ayuda especialmente a los niños más pequeños, reticentes y con más dificultad de aprendizaje de la escritura básica.



Resumen

Si bien la implementación de tecnologías digitales en el aula representa un reto para todos los agentes educativos —y en concreto para los docentes—, también puede ofrecer la oportunidad de mejora, no solo en aspectos directamente relacionados con todo lo digital o tecnológico o en términos de rendimiento académico, sino también en otros aspectos actitudinales de los alumnos, tales como la motivación, la implicación y el interés por asignaturas de ciencias, lengua y matemáticas. Los aspectos colaborativos y de interacción entre estudiantes, así como el rol de seguimiento y guía docentes son elementos críticos cuando la implementación tiene

lugar en entornos híbridos o en línea. No obstante, para conseguir que esta implementación salga bien, debemos tener en cuenta varios aspectos clave, tales como la base pedagógica subyacente a cada intervención, las estrategias educativas, el diseño instruccional y los cambios necesarios a nivel tanto de centros como de políticas educativas en aspectos relacionados con la inversión necesaria en herramientas y tecnologías digitales. La cuestión, por tanto, ya no es si la tecnología digital debería tener un lugar en el aula, sino cómo puede integrarse de manera efectiva.

La cuestión, por tanto, ya no es si la tecnología digital debería tener un lugar en el aula, sino cómo puede integrarse de manera efectiva.



Tabla 7.

Argumentos a favor y en contra del uso de tecnologías digitales en el aula

A favor	En contra
El uso de las tecnologías digitales en el aula acerca la realidad del mundo digital al colegio.	La falta de formación del profesorado en tecnologías digitales, la escasez de apoyo técnico y la falta de políticas sobre ciertos dispositivos pueden evitar el uso de las tecnologías. Los colegios no deben dar por hecho que el profesorado está preparado para utilizar las tecnologías digitales. Al contrario, es necesario crear oportunidades para el desarrollo profesional en el ámbito digital.
La mayoría de los programas evaluados muestran aspectos positivos en lo que respecta al alumnado, en concreto en términos de aprendizaje y aspectos actitudinales.	Los efectos son muy variables y las ganancias en aprendizaje son, en muchos casos, pequeñas y dependientes de múltiples factores. Para evaluar el impacto real hay que fijarse en todo el proceso de aprendizaje y no solo medir datos de evaluación final.
La modalidad mixta, en general, y el modelo de aula inversa, en particular, han sido muy estudiados y los resultados son positivos en términos de aprendizaje.	Hay que mirar con detalle qué elementos teóricos, fundamentos y metodologías concretas hacen que este modelo produzca realmente mejores resultados; la presencia docente, el diseño instruccional adaptado a las necesidades de cada contexto son cruciales.
El éxito del uso de las tecnologías digitales ya se encuentra en infantil, es mayor en primaria y más discreto en secundaria. Las áreas de conocimiento más estudiadas son las de matemáticas y lengua.	Lamentablemente, no hay una concreción clara en estos aspectos en todos los metanálisis y revisiones, y además, falta investigación en áreas como humanidades, artes plásticas o educación física, entre otras.
Las aproximaciones cognitiva y metacognitiva están directamente relacionadas con unos mejores resultados de aprendizaje.	Hay una falta de aproximaciones teóricas sólidas en la mayoría de los estudios, los cuales no adoptan ningún paradigma concreto o no reflexionan sobre ello de manera adecuada.
Los entornos en línea que promueven la colaboración y la interacción entre estudiantes son más efectivos en términos de aprendizaje y motivación.	Es necesaria más evidencia sobre la temporización de esta interacción y sobre la duración de los programas.
La efectividad relativa de la educación con el uso de las tecnologías digitales debe ser estudiada de acuerdo con la amplia gama de recursos o herramientas existentes. Estas pueden facilitar el aprendizaje complejo. Las estrategias de ABJ combinadas con aspectos sociales y de interacción en modalidades mixtas son las que obtienen los mejores resultados.	Los juegos digitales no pueden ser la solución para todos los contextos ni para todas las necesidades formativas, y es necesario que los docentes y los diseñadores trabajen conjuntamente.
Los sistemas de tutoría inteligentes (STI) son una de las herramientas digitales que presentan una evidencia más positiva en primaria y secundaria, y que ayudan a complementar la presencia docente en entornos mixtos y en línea.	Recomendamos que se cuantifiquen los costes asociados a la implementación de los STI (precio de adquisición, configuración, implementación, mantenimiento, formación docente, etc.) para poder realizar un análisis coste-beneficio de los STI respecto de otros programas educativos, incluidos los tradicionales.
El uso de distintas <i>apps</i> y, en concreto, de aquellas que incorporan tecnologías de realidad aumentada, mejora el aprendizaje, la motivación y la satisfacción de alumnos de todas las edades y del alumnado con un perfil vulnerable.	Hay que tener las herramientas digitales actualizadas constantemente para la práctica docente y es más recomendable invertir en formación y acompañamiento de los estudiantes que en dispositivos para modelos tipo 1 × 1.

Implicaciones para la práctica

El contexto educativo en Cataluña ha estado históricamente implicado en la innovación pedagógica y en la aplicación de las tecnologías digitales. Concretamente, el Departamento de Educación, como organismo oficial responsable, ha presentado recientemente el Plan de Educación Digital de Cataluña 2020-2023, el cual, aparte del uso de la tecnología en sí, promueve el aprendizaje y el desarrollo competencial dentro de un mundo digital.

La evidencia pone de manifiesto que se trata de una realidad compleja y que hay que seguir investigando sobre aproximaciones pedagógicas, estrategias y herramientas concretas, teniendo en cuenta los perfiles de alumnado vulnerable y sin olvidar la brecha digital, no solo en términos de conectividad, sino también de competencia y a nivel cognitivo. El diseño de programas con uso de tecnologías digitales es efectivo pero, al mismo tiempo, plantea algunas limitaciones sobre su alcance.

Para poder obtener resultados positivos en términos de aprendizaje, motivación e implicación de los estudiantes, antes de introducir las TD hay que pensar en la aproximación pedagógica, planificar, analizar los costes y los beneficios, y adaptar la formación y la práctica docentes [21]. Durante la práctica docente, hay que ayudar al docente y, al mismo tiempo, acompañar a los alumnos con un seguimiento constante para que la motivación inicial no decrezca. Finalmente, la evaluación de todo el programa y de los actores implicados (docentes, técnicos y estudiantes) es crítica para poder aprender y mejorar en los distintos aspectos.

Acabaremos con algunas reflexiones concretas para garantizar que la intervención pública dirigida a implementar las tecnologías digitales de manera natural tenga el efecto buscado:

- **¿Qué estrategias hay que priorizar para qué alumnado?**

Se necesitan aproximaciones y metodologías activas donde el alumnado esté en el centro. Guiar a los alumnos y priorizar tareas mecánicas en línea y colaborativas presenciales es clave. Los modelos centrados en el estudiante, como el aula inversa, no solo ayudan a conseguir una mejora relativa en la adquisición de contenidos, sino que también permiten mejorar las competencias del estudiante.

Por este motivo, se propone adoptar una modalidad híbrida en la que se ofrezca a los estudiantes un equilibrio entre las tareas presenciales y la guía docente, complementadas con tareas de adquisición de contenidos y práctica de competencias, con elementos de control de los estudiantes sobre el tiempo, el lugar, el ritmo. Estos entornos híbridos se adaptan a las necesidades actuales en lo que respecta a la movilidad y al acceso a los centros escolares en Cataluña.

- **¿Qué medidas favorecen el acceso a la tecnología por parte del alumnado?**

Hay tres aspectos clave en este punto: acompañar a las familias, las cuales a su vez acompañarán a los alumnos; cambiar las prácticas docentes y no centrarnos simplemente en el tipo y cantidad de dispositivos. A la hora de diseñar programas

Se necesitan aproximaciones y metodologías activas donde el alumnado esté en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje.



de educación donde se implementen las tecnologías digitales hay que tener en cuenta el paradigma educativo subyacente; las herramientas digitales concretas no tienen que ser la finalidad, sino un medio para conseguir un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje. Una modalidad totalmente en línea en nuestro contexto es recomendable solo en educación secundaria. Ante un nuevo confinamiento, habría que diseñar entornos interactivos que permitan a los estudiantes comunicarse mejor entre ellos y con materiales, y trabajar de manera colaborativa para aumentar la efectividad del modelo totalmente a distancia.

- **¿De qué medidas disponemos para apoyar al profesorado y a los centros educativos?** Hay que crear oportunidades para el desarrollo profesional en el ámbito digital, ya que, sin el rol mediador de los docentes en la relación entre las tecnologías y el estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, no existe la posibilidad de aplicar con éxito ninguna tecnología. Por eso nuestros profesores son un activo clave para el éxito de estos programas. Hablamos de formación concreta en tecnologías y herramientas digitales, aumento de apoyo técnico especializado y políticas sobre dispositivos concretos, tales como las tabletas. Hay que conocer la competencia digital del profesorado y establecer programas para su desarrollo en el marco propuesto por el Departamento de Educación.
- **¿Qué evaluación hay que hacer de las medidas que se utilicen?** En nuestro contexto podemos utilizar las distintas maneras de evaluar a los estudiantes que forman parte de nuestra cultura educativa, tales como entrevistas, mapas conceptuales, evaluación entre iguales y distintos aspectos ligados a los paradigmas o a las teorías educativas cognitivas. También hay que diferenciar entre aprendizaje y evaluación, ya que muchos estudios se centran en la evaluación final de los estudiantes y no en el proceso de aprendizaje. Tenemos que mirar más allá del aprendizaje como resultado y fijarnos en el proceso y las actitudes. Evaluar los programas no tiene sentido si se hace solo de manera cuantitativa. Es preciso un seguimiento formativo del alumnado, de los docentes y de la tecnología concreta.

Finalmente, queremos invitar al lector a entender y adaptar todas las indicaciones desde la prudencia. Hay que recordar las limitaciones recogidas y explicadas a lo largo del informe acerca de la gran variedad de resultados, tipos de análisis y especificidades de cada contexto. En cualquier caso, queremos animar a todos los implicados a replantear el reto —y también la oportunidad— que representa el contexto actual de pandemia en la agenda escolar en Cataluña, sobre todo en el ámbito digital.

Bibliografía

- [1] *Competències bàsiques de l'àmbit digital. Identificació i desplegament a l'educació primària*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament, 2013.
- [2] Acuerdo de gobierno GOV/157/2014, de 27.11.2014, DOGC núm. 6759 3. Resolución ENS/1356/2016, de 23 de mayo, DOGC núm. 7133 - 2.6.2016. Recuperado de: <http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/monografies/competencia-digital-docent/competencia-digital-docent.pdf>
- [3] Dagiene, V. y Sysło, M. (2012). *ICT in Primary Education*. Analytical survey, volume 1, Exploring the origins, settings and initiatives, UNESCO.
- [4] Gisbert, M., Esteve-González, V. y Lázaro-Cantabrana, J.L. (2019). *¿Cómo abordar la educación del futuro? Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente*. Barcelona: Octaedro, S.L.
- [5] Bautista Pérez, G. (2020). *¿Cómo deben ser los espacios y los entornos virtuales con la vuelta a los colegios?* UOC. Recuperado de: <https://www.uoc.edu/porta/es/news/actualitat/2020/273-entornos-virtuales-vuelta-colegios.html>
- [6] Zhang, W., Wang, Y., Yang, L., y Wang, C. (2020). "Suspending classes without stopping learning: China's education emergency management policy in the COVID-19 Outbreak". *Journal of Risk and Financial management*, 13, p. 55.
- [7] OECD (2015). *Students, Computers and Learning: Making the Connection*. París: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). doi:10.1787/9789264239555-en
- [8] OCDE. PISA (2015). *Results in Focus*. París: Program for International Student Assessment–Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018.
- [9] Oblinger, D. (2006). "Simulations, games, and learning". *ELI White Paper*, 1(1).
- [10] Mahmud, M. M. (2018). "Technology and language – what works and what does not: A meta-analysis of blended learning research". *Journal of Asia TEFL*, 15(2), pp. 365-382, 2018. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18823/asiatefl.2018.15.2.7.365>
- [11] Means, B., Toyama, Y., Murphy, R. F., y Baki, M. (2013). "The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature". *Teachers College Record*, 115(3), 1. Recuperado de: <https://search.proquest.com/docview/1266435506>
- [12] Margulieux, L.E., McCracken, W.M., y Catrambone, R. (2015). *Mixing in-class and online learning: Content meta-analysis of outcomes for hybrid, blended, and flipped courses*. Computer-Supported Collaborative Learning Conference, CSCL, 1, pp. 220-227.
- [13] Wu, W.; Chiou, W.; Kao, H.; Hu, C. & Huang, S. (2012). "Re-exploring game-assisted learning research: The perspective of learning theoretical bases". *Computers & Education*, 10.1016/j.compedu.2012.05.003
- [14] Gros, B., y García-Peñalvo, F. J. (2016). "Future trends in the design strategies and technological affordances of e-learning". En M. Spector, B. B. Lockee, & M. D. Childress (Eds.), *Learning, Design, and Technology. An International Compendium of Theory, Research, Practice, and Policy* (p. 1-23). Switzerland: Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-17727-4_67-1
- [15] Zheng, L.Q., Zhang, X. y Gyasi, J.F. (2018). "A literature review of features and trends of technology supported collaborative learning in informal learning settings from 2007 to 2018". *Journal of Computers in Education*, 6(4), pp. 529-561.
- [16] Delgado, A. J., Wardlow, L., McKnight, K., y O'Malley, K. (2015). "Educational technology: A review of the integration, resources, and effectiveness of technology in K-12 classrooms". *Journal of Information Technology Education: Research*, 14, pp. 397-416.
- [17] Drijvers, P. (2018). "Empirical evidence for benefit? Reviewing quantitative research on the use of digital tools in mathematics education. In *Uses of technology in primary and secondary mathematics education*" (pp. 161-175). Springer, Cham. 10.1007/978-3-319-76575-4_9
- [18] Cheung, y A., Slavin, R.E. (2012). *Effects of Technology Applications on Reading Achievement in K-12 Classrooms. The Effectiveness of Educational Technology Applications for Enhancing Reading Achievement in K-12 Classrooms: A Meta-Analysis*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University, Center for Research and Reform in Education.
- [19] Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S.I. y Reiss, K.M. (2020). "The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis". *Computers and Education*, 153 10.1016/j.compedu.2020.103897
- [20] Cheung, A., y Slavin, R. E. (2013). "Effects of Technology Applications on Reading Outcomes for Struggling Readers. Effects of educational technology applications on reading outcomes for struggling readers: A best-evidence synthesis". *Reading Research Quarterly*, 48 (3), pp. 277-299.
- [21] Hershkovitz, A., y Karni, O. (2018). "Borders of change: A holistic exploration of teaching in one-to-one computing programs". *Computers & Education*, 125, pp. 429-443.



- [22] Hu, X., Gong, Y., Lai, C., y Leung, F. K. (2018). "The relationship between ICT and student literacy in mathematics, reading, and science across 44 countries: A multilevel analysis". *Computers & Education*, 125, pp. 1-13, 2018. 10.1016/j.compedu.2018.05.021
- [23] Petko, D., Cantieni, A., y Prasse, D. (2017). "Perceived quality of educational technology matters: A secondary analysis of students' ICT use, ICT-related attitudes, and PISA 2012 test scores". *Journal of Educational Computing Research*, 54(8), pp. 1070-1091.
- [24] Williams, C., y Beam, S. (2019). "Technology and writing: Review of research". *Computers & education*, 128, pp. 227-242.
- [25] Jia, J.; Chen, Y.; Ding, Z.; Bai, Y.; Yang, B.; Li, M. y Qi, J. (2013). "Effects of an intelligent web-based English instruction system on students' academic performance". *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), pp. 556-568, 2013. 10.1111/jcal.12016
- [26] Verschaffel, L., Depaepe, F. y Mevarech, Z. (2019). "Learning Mathematics in Metacognitively Oriented ICT-Based Learning Environments: A Systematic Review of the Literature". *Education Research International* doi: 10.1155/2019/3402035
- [27] Grynspan, O., Weiss, P. L., Perez-Diaz, F., y Gal, E. (2014). "Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis". *Autism*, 18(4), pp. 346-361.
- [28] Horn, M. B., y Staker, H. (2011). "The rise of K-12 blended learning". *Innosight institute*, 5.
- [29] Borokhovski, E., Tamim, R., Bernard, R. M., Abrami, P. C., y Sokolovskaya, A. (2012). "Are contextual and designed student-student interaction treatments equally effective in distance education?" *Distance Education*, 33(3), pp. 311-329.
- [30] Spanjers, I. A., Könings, K. D., Leppink, J., Verstegen, D. M., de Jong, N., Czabanowska, K., y van Merriënboer, J. J. "The promised land of blended learning: Quizzes as a moderator". *Educational Research Review*, 15, pp. 59-74, 2015. 10.1016/j.edurev.2015.05.001
- [31] Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International society for technology in education.
- [32] Cheng, L., Ritzhaupt, A. D., y Antonenko, P. "Effects of the flipped classroom instructional strategy on students' learning outcomes: A meta-analysis". *Educational Technology Research and Development*, 67(4), pp. 793-824, 2019. doi: 10.1007/s11423-018-9633-7
- [33] Bernard, R. M., Abrami, P. C., Borokhovski, E., Wade, C. A., Tamim, R. M., Surkes, M. A., y Bethel, E. C. "A meta-analysis of three interaction treatments in distance education". *Review of Educational Research*, 79, pp. 1243-1289, 2009. doi:10.3102/0034654309333844v1
- [34] Cook, D. A., Levinson, A. J., Garside, S., Dupras, D. M., Erwin, P. J., y Montori, V. M. "Internet-based learning in the health professions: A meta-analysis". *Journal of the American Medical Association*, 300, pp. 1181-1196, 2008. doi:10.1001/jama.300.10.1181
- [35] McNaughton, S., Rosedale, N., Jesson, R. N., Hoda, R., y Teng, L. S. (2018). "How digital environments in schools might be used to boost social skills: Developing a conditional augmentation hypothesis". *Computers & Education*, 126, pp. 311-323, 2018. 10.1016/j.compedu.2018.07.018
- [36] Terrazas-Arellanes, F. E., Gallard M, A. J., Strycker, L. A., y Walden, E. D. (2018). "Impact of interactive online units on learning science among students with learning disabilities and English learners". *International Journal of Science Education*, 40(5), pp. 498-518, 2018. 10.1080/09500693.2018.1432915
- [37] Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. "A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' mathematical learning". *Journal of Educational Psychology*, 105(4), pp. 970-987, 2013.
- [38] Mo, D., Zhang, L., Luo, R., Qu, Q., Huang, W., Wang, J., Rozelle, S. et al. (2014). "Integrating computer-assisted learning into a regular curriculum: evidence from a randomised experiment in rural schools in Shaanxi". *Journal of Development Effectiveness*, 6(3), pp. 300-32, 2014.
- [39] Shin, J. H., y Albers, P. (2015). "An Analysis of the Effect of a Cyber Home Learning System on Korean Secondary School English Language Achievement and Attitude". *Tesl Canada Journal* 10.18806/tesl.v32i2.1207
- [40] Daley, S. G., Hillaire, G., y Sutherland, L. M. (2016). "Beyond performance data: Improving student help seeking by collecting and displaying influential data in an online middle-school science curriculum". *British Journal of Educational Technology*, 47(1), pp. 121-134, 2016. 10.1111/bjet.12221
- [41] Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., y van der Spek, E. D. "A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games". *Journal of Educational Psychology*, 105(2), pp. 249-265, 2013. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- [42] Tsai, Y. L., y Tsai, C. C. (2020). "A meta-analysis of research on digital game-based science learning". *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(3), pp. 280-294.

- [43] Arango-López, J., Collazos, C.A., Velas, F.L.G., y Moreira, F. "Using pervasive games as learning tools in educational contexts: A systematic review". *International Journal of Learning Technology*, 13(2), pp. 93-114, 2018. [10.1504/IJLT.2018.092094](https://doi.org/10.1504/IJLT.2018.092094)
- [44] Merchant, Z., Goetz, E.T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., y Davis, T. J. "Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis". *Computers & Education*, 70, pp. 29-40, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.033>.
- [45] Jeong H., Hmelo-Silver C.E, y Jo K. (2019). "Ten years of Computer-Supported Collaborative Learning: A meta-analysis of CSCL in STEM education during 2005-2014". *Educational research review*, 28.
- [46] Enyedy, N., Danish, J. A., y DeLiema, D. (2015). "Constructing liminal blends in a collaborative augmented-reality learning environment. International". *Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 10(1), pp. 7-34.
- [47] Frank, J. A., y Kapila, V. (2017). "Mixed-reality learning environments: Integrating mobile interfaces with laboratory test-beds". *Computers & Education*, 110, pp. 88-104.
- [48] Garrison, D. R., Anderson, T., y Archer, W. (2003). "A theory of critical inquiry in online distance education. En M. G. Moore y W. G. Anderson (Eds.)", *Handbook of distance education* (pp. 113-127). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [49] Ibáñez, M. B., y Delgado-Kloos, C. (2018). "Augmented reality for STEM learning: A systematic review". *Computers and Education*, 123, pp. 109-123, 2018. DOI: [10.1016/j.compedu.2018.05.002](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002)
- [50] Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I., y Smith, P. A *Systematic review of augmented reality game-based applications in primary education. Proceedings of the 11th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2017*, pp. 181-190, 2017.
- [51] Huang, C. "Social network site use and academic achievement: A meta-analysis". *Computers and Education*, 119, pp. 76-83, 2018. DOI: [10.1016/j.compedu.2017.12.010](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.12.010)
- [52] Fang, Y., Ren, Z., Hu, X., Graesser, A.C. (2019). "A meta-analysis of the effectiveness of ALEKS on learning". *Educational Psychology*, 39 (10), 1278-1292. [10.1080/01443410.2018.1495829](https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1495829)
- [53] Xu, Z., Wijekumar, K., Ramirez, G., Hu, X., y Irey, R. (2019). "The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis". *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3119-3137.
- [54] Donnelly-Hermosillo, D. F., Gerard, L. F., y Linn, M. C. (2020). "Impact of graph technologies in K-12 science and mathematics education". *Computers & Education*, 146, 103748.
- [55] Lai, J. W., y Bower, M. (2020). "Evaluation of technology use in education: Findings from a critical analysis of systematic literature reviews". *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(3), pp. 241-259, 2020.
- [56] Haßler, B., Major, L., y Hennessy, S. (2015). "Tablet use in schools: A critical review of the evidence for learning outcomes". *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(2), pp. 139-156, 2015, <https://doi.org/10.1111/jcal.12123>.
- [57] Bonneton-Botté, N., Fleury, S., Girard, N., Le Magadou, M., Cherbonnier, A., Renault, M., ... y Jamet, E. (2020). "Can tablet apps support the learning of handwriting? An investigation of learning outcomes in kindergarten classroom". *Computers & Education*, 151, 103831.
- [58] Camilleri, M.A. y Camilleri, A.C. (2019). "The students' readiness to engage with mobile learning apps". *Interactive Technology and Smart Education* 17(1), pp. 28-38.
- [59] Nuñez, T (2019). *Onebillion: app-based maths learning*. Recuperado de: <https://educationendowmentfoundation.org.uk/projects-and-evaluation/projects/onebillion-app-based-maths-learning/>
- [60] Outhwaite, L. A., Faulder, M., Gulliford, A., & Pitchford, N. J. "Raising early achievement in math with interactive apps: A randomized control trial". *Journal of Educational Psychology*, 111(2), pp. 284-298, 2019. <http://dx.doi.org/10.1037/edu0000286>
- [61] Outhwaite, L. A., Gulliford, A., y Pitchford, N. J. (2020). "Language counts when learning mathematics with interactive apps". *British Journal of Educational Technology*, doi:10.1111/bjet.1291
- [62] Poirier, M., Law, J. M., y Veispak, A. (2019). "A Spotlight on Lack of Evidence Supporting the Integration of Blended Learning in K-12 Education: A Systematic Review". *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 11(4), pp. 1-14.
- [63] Hinske, S., Lampe, M., Magerkurth, C. y Röcker, C. (2007). "Classifying pervasive games: on pervasive computing and mixed reality". *Concepts and technologies for Pervasive Games. A Reader for Pervasive Gaming Research*, 1(20).
- [64] Roussou, E. y Rangoussi, M. (2019). "On the use of robotics for the development of computational thinking in kindergarten: Educational intervention and evaluation". En: Merdan M., Lepuschitz W., Koppensteiner G., Balogh R., Obdržálek D. (eds) *Robotics in Education. RiE 2019 Advances in Intelligent Systems and Computing*, pp. 31-44. Springer, Cham.



- [65] Collado, E. (2017). "Robots as Language Learning Tools". *Learning Languages*, 22(2), pp. 28-31.
- [66] Sullivan, A., Kazakoff, E. R. y Bers, M. U. (2013). "The Wheels on the Bot go Round and Round: Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten". *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice* 12, pp. 203-219.
- [67] Darabi, A., Liang, X., Suryavanshi, R. y Yurekli, H. (2013). "Effectiveness of online discussion strategies: A meta-analysis". *The American Journal of Distance Education*, 27(4), pp. 228.
- [68] Zhou, M. y Lam, K. K. L. (2019). "Metacognitive scaffolding for online information search in K-12 and higher education settings: a systematic review". *Educational Technology Research and Development*, 67(6), pp. 1353-1384.
- [69] Mayer, R. E. (2016). "What should be the role of computer games in education?" *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, 3(1), pp. 20-26.
- [70] Martha, A.S.D. y Santoso, H.B. (2019). "The design and impact of the pedagogical agent: A systematic literature review". *Journal of Educators Online*, 16(1).
- [71] Hennessy, S., y London, L. (2013). *Learning from international experiences with interactive whiteboards: The role of professional development in integrating the technology*. París: OECD Publishing. Recuperado de: <http://tinyurl.com/OECDIWBS>
- [72] Eickelmann, B., y Vennemann, M. (2017). "Teachers' attitudes and beliefs regarding ICT in teaching and learning in European countries". *European Educational Research Journal*, 16(6), 733-761. 10.1177/1474904117725899
- [73] Rakes, C. R., Valentine, J. C., McGatha, M. B., y Ronau, R. N. (2010). "Methods of instructional improvement in Algebra: A systematic review and meta-analysis". *Review of Educational Research*, 80(3), pp. 372-400.
- [74] Fairlie, R. W., y Robinson, J. (2013). "Experimental evidence on the effects of home computers on academic achievement among schoolchildren". *American Economic Journal: Applied Economics*, 5(3), pp. 211-40.
- [75] Fairlie, R. W., y Robinson, J. (2013). *Experimental Evidence on the Effects of Home Computers on Academic Achievement among Schoolchildren*. National Poverty Center Working Paper Series# 13-02. National Poverty Center, University of Michigan.
- [76] Oinas, S., Vainikainen, M. P., y Hotulainen, R. (2017). "Technology-enhanced feedback for pupils and parents in Finnish basic education". *Computers & Education*, 108, pp. 59-70.
- [77] Cristia, J., Ibarraran, P., Cueto, S., Santiago, A. y Severin, E., (2012). "Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop Per Child Program". IDB Working Paper N.º IDB-WP-304. Recuperado de: <https://ssrn.com/abstract=2032444> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2032444>
- [78] Lai, F., Luo, R., Zhang, L., Huang, X., y Rozelle, S. (2015). "Does computer-assisted learning improve learning outcomes? Evidence from a randomized experiment in migrant schools in Beijing". *Economics of Education Review*, 47, pp. 34-48.

Colección «¿Qué funciona en educación?»

1. **¿Qué funciona en educación: la pregunta necesaria**
Miquel Àngel Alegre
¿Es recomendable implantar incentivos salariales para el profesorado vinculados al rendimiento académico de los estudiantes?
J. Oriol Escardíbul
2. **¿Son efectivos los programas de tutorización individual como herramienta de atención a la diversidad?**
Miquel Àngel Alegre
¿Qué estrategias de agrupamiento responden a criterios de efectividad y de equidad?
Gerard Ferrer-Esteban
3. **¿Sirven los programas de verano para mejorar los aprendizajes y los resultados educativos de los alumnos?**
Miquel Àngel Alegre
4. **¿Qué impacto tienen las actividades extraescolares sobre los aprendizajes de los niños y los jóvenes?**
Sheila González Motos
5. **¿Son efectivos los programas de educación socioemocional como herramienta para mejorar las competencias del alumnado?**
Queralta Capsada
Cómo trabajar la autorregulación y la metacognición en el aula: ¿qué funciona y en qué condiciones?
Gerard Ferrer-Esteban
6. **¿Son efectivas las becas y las ayudas de cara a la continuidad y mejora de los resultados educativos en primaria y secundaria?**
Mauro Mediavilla
7. **Políticas de elección y asignación de colegio: ¿qué efectos tienen sobre la segregación escolar?**
Miquel Àngel Alegre
8. **¿Afecta el liderazgo de centro al rendimiento académico del alumnado?**
Álvaro Choi, María Gil
9. **¿Es la evaluación del alumnado un mecanismo de mejora del rendimiento escolar?**
Sheila González Motos
10. **¿Mejoran los programas conductuales las actitudes y los resultados de los alumnos?**
Miquel Àngel Alegre
11. **¿Los programas para fomentar la implicación parental en la educación sirven para mejorar el rendimiento escolar?**
Jaume Blasco
12. **¿Qué impacto tienen en los alumnos los programas de orientación y asesoramiento?**
Sandra Escapa, Albert Julià
13. **La inspección de la educación: ¿qué modelos funcionan mejor?**
Álvaro Choi
14. **¿Sirve la formación permanente del profesorado para mejorar los resultados educativos de los alumnos?**
Núria Comas López
15. **Medidas y recursos de atención a las necesidades educativas y diversificación curricular: ¿qué funciona para mejorar los aprendizajes y reducir el abandono?**
Gerard Ferrer-Esteban
16. **¿Mejora el aprendizaje del alumnado mediante el trabajo por proyectos?**
Marc Lafuente
17. **¿Son efectivos los programas de lucha contra el absentismo escolar?**
Sheila González Motos



Primera edición: septiembre de 2020
© Fundació Bofill, Ivàlua, 2020
fbofill@fbofill.cat, info@ivalua.cat
www.ivalua.cat
www.fundaciobofill.cat

Autora: Mireia Usart Rodríguez
Traducción: Cristina Yugo Cano
Edición: Bonalletra Alcompàs
Coordinación editorial: Anna Sadurní
Coordinación técnica (Fundació Bofill):
Miquel Àngel Alegre, Núria Comas
Coordinación técnica (Ivàlua): Jordi Sanz,
Carla Cordoncillo
Diseño y maquetación: Enric Jardí
ISBN: 978-84-121371-1-8

Creemos que el conocimiento debe compartirse. Por eso usamos una licencia **Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**. Os animamos a copiar, redistribuir, remezclar o transformar y crear a partir del material, con cualquier finalidad, incluso comercial, los contenidos propios de esta publicación, y únicamente os pedimos que reconozcáis la autoría de la creación original.

