

APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA OPTIMIZACIÓN TEMPORAL EN TAREAS DOCENTES: UN ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE MEJORA EN EDUCACIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIA EN ESPAÑA

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR TIME OPTIMIZATION IN TEACHING TASKS: AN ANALYSIS OF IMPROVEMENT POTENTIAL IN PRIMARY AND SECONDARY EDUCATION IN SPAIN

Samuel Crespo Ramos.

Inspector de educación. Ingeniero superior informático y Doctor en Educación y Psicología Social. Sevilla. Comunidad de Andalucía

Resumen:

La actual investigación contempla el uso de la inteligencia artificial (IA) como herramienta para optimizar el tiempo dedicado a tareas de enseñanza en la educación primaria y secundaria en el contexto español. El estudio incluye el análisis formal del sistema educativo español a partir de la identificación de las tareas que pueden ser ejecutadas por herramientas de IA y la evaluación de las herramientas de IA existentes para poder estimar de una manera cuantitativa el impacto potencial que podrían estas tecnologías tener sobre la carga del personal docente.

Los resultados obtenidos indican que estas herramientas de IA pueden llegar a generar un ahorro bastante significativo de horas de trabajo para el profesorado español: en el caso de la educación primaria, hasta 208 horas anuales (14,7% de la carga total) y en la educación secundaria hasta 273 horas anuales (19,4% de la carga total). La mayor parte de los ahorros se pueden detectar en tareas habituales de planificación de clases, evaluación y de corrección, así como de gestión administrativa. La comprobación de casos exitosos internacionales, específicamente los del Tecnológico de Monterrey, evidencian la viabilidad práctica de la implementación de estas, se han conseguido reducciones del tiempo de preparación de semanas a días en determinados procesos. Las herramientas analizadas son las de sistemas de generación automáticos de contenidos, las plataformas de evaluación inteligente y los asistentes virtuales para la retroalimentación.

A este estudio concluimos que la IA supone, sin duda, una oportunidad de mejora del sistema educativo español, pues podría posibilitar que los docentes dispongan de más tiempo en actividades pedagógicas de alto valor, tales como la atención personal, la innovación metodológica o el desarrollo profesional docente continuo. Aun así, se encuentran importantes retos en lo que se refiere a la formación del profesorado, en relación a las

infraestructuras tecnológicas o a la definición y cotejo del componente humano esencial que debería poder evidenciarse en el acceso a la educación. Keywords: artificial intelligence, education, time optimization, teaching tasks, Spanish educational system, educational automation.

Palabras clave: *inteligencia artificial, educación, optimización del tiempo, tareas docentes, sistema educativo español, automatización educativa*

Abstract

This research looks into the role of artificial intelligence (AI) to optimize time for teaching tasks at K-12 levels in Spain. Through an extensive analysis of the Spanish educational system, identification of teachable processes, and review of AI tools currently available, this study estimates the potential impact of these technologies on the workload of teachers.

Results show that the implementation of AI tools could generate time savings for Spanish teachers: 208 annual hours (14.7% of total workload) in primary education and 273 annual hours (19.4% of total workload) in secondary education, mainly concentrated on lesson preparation, evaluation and correction, and administrative management.

The analysis of international successful cases, mainly from Technologic de Monterrey, shows the good practical viability of these implementations with preparation time reductions from weeks to days in some processes. Among the analyzed tools, automated content generation systems, intelligent assessment platforms, and virtual assistants for corrections are included.

The study concludes that AI represents a transformative opportunity for the Spanish educational system as it allows teachers to dedicate time to high-

value pedagogical tasks such as personalized attention to students, methodological innovation, and continuous professional development. On the other hand, significant challenges appear that are worth considering related to teacher training, technological infrastructure, and the need to maintain a necessary human component in education.

Keywords: *artificial intelligence, education, time optimization, teaching tasks, Spanish educational system, educational automation.*

1. Introducción.

En las últimas dos décadas, el auge tecnológico ha dejado su huella en casi todos los aspectos de la vida moderna, y la educación no ha sido una excepción. Uno de los avances más notables ha sido el rápido progreso de la inteligencia artificial, que ha creado nuevas formas de mejorar tareas educativas que antes requerían mucho tiempo y esfuerzo. A finales de 2022 se produjo un hito importante con la llegada de herramientas como ChatGPT, que facilitaron más que nunca el uso de sofisticadas tecnologías de generación de lenguaje y contenidos. En el contexto educativo español, esta transformación tecnológica coincide con importantes retos estructurales en el sistema educativo. Los datos más recientes de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) revelan que los profesores españoles dedican considerablemente más tiempo a la enseñanza directa que sus homólogos europeos: un 20 % más en la educación primaria (854 horas anuales frente a las 703 de la media de la Unión Europea) y entre un 4 % y un 6 % más en la educación secundaria.

Esta sobrecarga de horas lectivas se traduce en una presión adicional sobre el tiempo disponible para otras tareas docentes esenciales, como la planificación de las clases, la evaluación personalizada, la atención a la diversidad y el desarrollo profesional continuo.

La cuestión del tiempo en la profesión docente no es meramente cuantitativa, sino que tiene profundas implicaciones para la calidad educativa. La investigación pedagógica ha demostrado sistemáticamente que la eficacia de laLa cuestión del tiempo en la profesión docente no es meramente cuantitativa, sino que tiene profundas implicaciones para la calidad educativa. La investigación pedagógica ha demostrado sistemáticamente que la eficacia de la enseñanza está directamente relacionada con el tiempo disponible para la preparación de las clases, la reflexión sobre la práctica educativa y la

personalización del aprendizaje. Sin embargo, la realidad actual del sistema educativo español presenta un escenario en el que los docentes se ven obligados a dedicar una cantidad desproporcionada de su tiempo a tareas administrativas y mecánicas, en detrimento de actividades con mayor valor pedagógico.

En este marco, la inteligencia artificial se posiciona como una herramienta con el potencial de remodelar significativamente la forma en que se distribuye el tiempo lectivo, permitiendo un mayor enfoque en actividades con mayor valor pedagógico.

Objetivo principal y específicos:

El objetivo principal de la investigación es analizar la potencialidad de la inteligencia artificial para la optimización del tiempo dedicado a tareas docentes de la educación primaria y secundaria en España, pudiendo cuantificar el potencial impacto en términos de ahorro temporal y mejora de la eficiencia educativa.

Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

Caracterizar el sistema educativo español en términos de distribución temporal de las tareas docentes y de la carga de trabajo que hay en la actualidad.

Identificar y clasificar las tareas docentes sobre las que es posible introducir herramientas de inteligencia artificial para optimizarlas.

Conocer diferentes casos de éxito internacionales que permitan valorar el uso de IA en educación.

Cuantificar el ahorro temporal potencial que podría haber en las diferentes tareas docentes a través de la implementación de herramientas de

IA. Evaluar las consecuencias de la introducción de la IA en relación a la calidad de la educación y al desarrollo profesional del profesorado.

Dar recomendaciones para la integración de herramientas de IA en el sistema educativo español.

Justificación y Pertinencia

La justificación para llevar a cabo la presente investigación se apoya en la aproximación de distintos factores que hacen justo en este momento el análisis de esta problemática. En España se da lo que se considera una elevada carga lectiva por parte del profesorado, limitando el tiempo para llevar a cabo actividades pedagógicas de reconocido valor (Europea Comisión, 2023). El grado de madurez de las herramientas de IA ha llegado a un nivel suficiente para poder aplicarse de forma efectiva a la educación y ser económicamente viables (Chen et al., 2020). La importancia social en este sentido recae en la contribución que puede suponer para la mejora de la calidad educativa en el caso de España. El uso óptimo del tiempo docente utilizando IA podría significar obtener mejores resultados académicos y mayor satisfacción del profesorado así como una mejor preparación de los estudiantes en relación a la expectativa del futuro (García-Peñalvo & Corel, 2020).

Marco Teórico: Potencial de Optimización de Tareas Mecánicas en el ámbito educativo.

La inteligencia artificial en el ámbito educativo se fundamenta en la permeabilidad para poder detectar y automatizar tareas que tienen características que fomenten la optimización automatizada. El marco teórico para evaluar dicho potencial se articulará en cuatro dimensiones que permiten realizar dicha evaluación integral del impacto que puede tener la automatización (Zawacki-Richter et al., 2019).

Características de las Tareas a Automatizar

Las tareas educativas que pueden ser automatizadas mediante IA utilizan características específicas que las diferencian de aquellas que requieren patentes de la intervención humana. La literatura científica entiende que existen tres criterios principales a tener en cuenta para poder determinar el potencial de poder ser automatizadas (Brynjolfsson & McAfee, 2014):

Repetitividad y estructura: las tareas que presentan patrones previsibles y que exigen la aplicar de manera sistemática reglas o criterios preestablecidos son aquellas que presentan un mayor potencial a ser automatizadas. Esto, en el ámbito educativo, se traduce en la corrección de ejercicios con respuesta objetiva, la producción de materiales didácticos que tengan como patrón una plantilla y la gestión de datos administrativos (Autor et al., 2003).

Volumen y frecuencia: Aquellas actividades que se llevan a cabo repetidamente a expensas de un gran volumen de información son perfectas cuando se trata de hacer algo automatizado. Las cualidades de la IA para procesar información en momentos superiores a los de las personas generan grandes rendimientos en términos de eficiencia temporal (Frey & Osborne, 2017).

Separabilidad del juicio pedagógico: Las tareas capaces de ejecutarse sin depender de juicio pedagógico profesional y de la interacción como tal dejan poco margen más al automatizarlas en cuanto a una pérdida de calidad educativa. Permiten conservar la esencia del rol docente haciéndolo más eficiente (Shulman, 1986).

Dimensiones de Evaluación del Impacto

La evaluación del impacto relativo a la implementación de IA en las tareas docentes debe incluir perspectivas pedagógicas, tecnológicas y

organizativas para proporcionar una evaluación tanto de los beneficios como de los retos relacionados con la implementación de dicha IA (Holmes et al., 2019).

Dimensión temporal: La medida del ahorro de tiempo es el indicador más evidente, inmediato y directo del impacto de la automatización. Esta medida debe incluir no solo el tiempo ahorrado en tareas específicas, sino también el tiempo que toma la formación y adaptación a la nueva herramienta (Venkatesh et al., 2003).

Dimensión cualitativa: El impacto debe evaluarse considerando la mejora de la calidad del producto educativo a los que se puede acceder mediante la automatización. La automatización no solo puede proporcionar un ahorro del tiempo de trabajo sino también mejorar la coherencia, la precisión y la personalización de los materiales y de las evaluaciones (Bloom, 1984). Dimensión pedagógica: Los cambios en el aprendizaje de los estudiantes y en la satisfacción del profesorado deben ser considerados como resultado de la disminución del tiempo para realizar actividades como la corrección. Entendemos que la disminución del tiempo solicitado para ejecutar actividades de enseñanza/trabajo de mayor valor debe mostrar cambios en los resultados del aprendizaje (Hattie, 2008).

Dimensión sistémica: El impacto a nivel de sistema educativo también debe ser considerado, incluido el impacto en la eficiencia organizativa, la distribución de recursos o la innovación pedagógica (Fullan, 2007).

Estudio de las Tareas Docentes en la Educación Primaria y Secundaria en España.

El análisis sistemático de las tareas docentes en el sistema educativo español nos obliga a conocer tal estructura organizativa, así como las responsabilidades profesionales y la distribución temporal de la duración de

las tareas. Esta sección presenta un estudio elaborado a partir de fuentes oficiales y normativa vigente que caracteriza las actividades que definen la práctica docente en educación primaria y secundaria.

Marco Normativo y Estructura del Sistema Educativo Español

El sistema educativo español se encuentra bajo el amparo de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, de modificación de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), la cual establece el marco normativo de la organización y funcionamiento educativos en nuestro país (Ley Orgánica 3/2020). La norma define las competencias docentes y la estructura organizativa que, a la vez, define las tareas y responsabilidades del profesorado.

La duración del trabajo de los docentes en España se establece en 37,5 horas semanales que se distribuyen entre actividades lectivas y actividades complementarias. En el caso de la educación primaria, los docentes realizan 25 horas de actividades lectivas semanales, en el caso de la educación secundaria, esta cifra se reduce a 18-20 horas en función de la comunidad autónoma (Ministerio de educación y formación profesional, 2023), tiempo que se complementa con las actividades complementarias (preparación de la docencia, evaluación, atención de familias, formación, gestión administrativa, etc.).

Clasificación de las Tareas Docentes

Las tareas docentes tienen todo un proceso de normalización y categorización en la literatura especializada y en la legislación en vigor, y se identifican seis clases principales de las mismas, diferenciadas por las dimensiones del tiempo requerido, por la complejidad de las tareas y por la posibilidad de automatizarlas, a saber (Eurydice, 2023):

Enseñanza directa: Corresponde a las actividades de la instrucción directa en el aula (explicaciones, demostraciones, facilitación de las actividades, gestionar el aula, etc.). Esta categoría es la que da forma al trabajo docente, requiere la presencia física y la interacción de forma directa entre las personas que imparten clases, como se pone de manifiesto en el estudio de Darling-Hammond (2000).

Preparación de clases: implica la planificación didáctica, diseño de actividades, selección de recursos, preparación de materiales y adaptación de contenidos. Esta categoría tiene una elevada potencialidad de optimización mediante herramientas de IA para la generación automatizada de contenidos y recursos didácticos. Según manifestaban Camacho Holgado et al. (2023), la inteligencia artificial es un proceso de innovación y creatividad que se va a llevar a cabo en los centros educativos que puede promover la transformación de forma muy notable las metodologías de preparación docente, posibilitando la posibilidad de llegar a crear materiales mucho más personalizados y adaptativos (Koehler & Mishra, 2009). Evaluación y corrección: Incluye el desarrollo de instrumentos de evaluación, la corrección de exámenes y trabajos, el registro de calificaciones y la redacción de informes de evaluación. Las tareas de corrección objetiva y generación de retroalimentación disponen de un potencial importante de automatización (Black y Wiliam, 1998).

Gestión administrativa: Incluye actividades burocráticas como registro de asistencia, informes, gestión de documentación académica y comunicaciones administrativas; esta categoría presenta el máximo potencial de automatización dada su naturaleza estructurada y repetitiva (Hargreaves, 1994).

Atención a familias: Incluye reuniones con familias, comunicados sobre el alumnado y organización de actividades familiares, exige de la interacción

directa con humanos, aunque las intervenciones comunicativas pueden ser mejoradas por algunas herramientas de IA (Henderson y Mapp, 2002).

Atención individualizada: Incluye tutorías, apoyo a alumnado con necesidades específicas y asesoría personal; esta categoría requiere fundamentalmente intervención humana, aunque puede beneficiarse de herramientas de IA para seguimiento y análisis (Tomlinson, 2014).

Distribución temporal por niveles educativos

La distribución temporal de las tareas docentes se diferencia de manera importante en educación primaria y secundaria, lo cual pone de manifiesto las características específicas de cada nivel educativo y las responsabilidades que ello conlleva (OECD, 2019).

Educación primaria

La distribución temporal del trabajo respecto a la enseñanza primaria hace que de forma histórica haya un mayor porcentaje de tiempo dedicado a la enseñanza directa, lo que refleja la intensidad que tiene la instrucción en este nivel escolar (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022):

- Enseñanza directa: 854 horas anuales = 60,4% del tiempo total.
- Preparación de clases: 280 horas anuales = 19,8% del tiempo total.
- Evaluación y corrección: 140 horas anuales = 9,9% del tiempo total.
- Gestión administrativa: 84 horas anuales = 5,9% del tiempo total.
- Atención a familias: 58 horas anuales = 4,1 % del tiempo total.

Educación secundaria

En educación secundaria, la distribución evidencia la especialización disciplinar y metodologías más orientadas hacia el aprendizaje autónomo (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2023):

- Enseñanza directa: 656 horas anuales = 46,7% del tiempo total.
- Preparación de clases: 300 horas anuales = 21,3% del tiempo total.
- Evaluación y corrección: 210 horas anuales = 14,9% del tiempo total.
- Gestión administrativa: 112 horas anuales = 8,0% del tiempo total.
- Atención a familias: 70 horas anuales = 5,0% del tiempo total.
- Atención individualizada: 58 horas anuales = 4,1% del tiempo total.

Análisis Cuantitativo del Potencial de Ahorro Temporal

El análisis cuantitativo La identificación de la aportación del potencial de ahorro temporal a partir de la utilización de herramientas de IA se encuentra en la evaluación de cada una de las categorías de tareas docentes, tanto en términos del grado de automatización posible, como del rendimiento que pueden otorgar las tecnologías correspondientes. La metodología utilizada es una combinación de datos empíricos de estudios internacionales y estimaciones en función de las características del sistema educativo español (McKinsey Global Institute, 2017).

Metodología de Cálculo

La valoración de la cantidad de ahorro temporal a obtener tiene su fundamento en un modelo de evaluación que se basa en tres factores fundamentales para cada una de las categorías de tareas ((Acemoglu & Restrepo, 2019):

Factor de automatización (FA): Porcentaje de la tarea que puede ser automatizada a partir de las herramientas de IA que existen actualmente, y que se fundamenta en el descubrimiento de las capacidades tecnológicas y en los casos de implementación descritos. Factor de eficiencia (FE): Incremento en la velocidad de trabajo usando herramientas de IA respecto a las estrategias tradicionales.

Factor de adopción (FAD): Porcentaje estimado de docentes que utilizarían las herramientas efectivamente, en función de cuestiones de formación, infraestructura y resistencia al cambio.

La fórmula de cálculo del ahorro en el tiempo es: $\text{Ahorro} = \text{TiempoBase} \times \text{FA} \times \text{FE} \times \text{FAD}$

Resultados por categorías de Tareas

Preparación de Clases

Entendemos que áreas como la preparación y planificación de clases es la que podría obtener la mayor optimización con IA, gracias a herramientas que son capaces de generar contenido educativo, actividades y recursos automáticamente (Brown et al., 2020), adaptadas al entorno educativo real.

Educación Primaria: - Tiempo base: 280 horas/año

Factor de automatismo: 60% - Factor de eficiencia: 3,5x - Factor de adopción: 70% - Ahorro estimado = 117 horas/año (8,3% del tiempo total)

Educación Secundaria: - Tiempo base: 300 horas/año - Factor de automatismo: 65% - Factor de eficiencia: 3,8x - Factor de adopción: 75% - Ahorro estimado = 148 horas/año (10,5% del tiempo total)

Evaluación y Corrección

Las tareas de evaluación y corrección se pueden beneficiar en gran medida de sistemas de corrección automática y generación de feedback a medida (Shermis & Burstein, 2013).

Educación primaria: - Tiempo de base: 140 horas/año - Factor de automatización: 45% - Factor de eficiencia: 4,2x - Factor de adopción: 65% - Ahorro estimado: 61 horas/año (4,3% del tiempo total)

Educación secundaria: - Tiempo de base: 210 horas/año - Factor de automatización: 50% - Factor de eficiencia: 4,5x - Factor de adopción: 70% - Ahorro estimado: 92 horas/año (6,5% del tiempo total)

Gestión administrativa.

La gestión administrativa presenta unas características idóneas para su automatización, con procesos estructurados y repetitivos (Robotic Process Automation Institute, 2023). Básica de Educación Primaria: - Tiempo de base de 84 horas/año - Factor de automatización: 70% - Factor de eficiencia: 5,0x - Factor de adopción: 80% - Ahorro estimado: 30 horas/año (2,1% respecto al tiempo total)

Básica de Educación Secundaria: - Tiempo de base de 112 horas/año - Factor de automatización: 70% - Factor de eficiencia: 5,0x - Factor de adopción: 80% - Ahorro estimado: 33 horas/año (2,3% respecto al tiempo total)

Resultados Consolidados

El análisis consolidado indica un ahorro significativo del tiempo a partir de la implementación de herramientas de IA en el sistema educativo español:

Básica de Educación Primaria: - Ahorro total estimado: 208 horas/año - Porcentaje del tiempo total: 14,7% - 5,5 semanas laborales

Básica de Educación Secundaria: - Ahorro total estimado: 273 horas/año
- Porcentaje del tiempo total: 19,4% - Equivalente a 7,3 semanas laborales

Estos resultados indican que la puesta en práctica efectiva de herramientas de IA permitiría liberar entre 208 y 273 horas/año por docente, tiempo que revisándolo podría derivarse hacia actividades de mayor valor pedagógico como son la atención personalizada, la innovación metodológica o la formación profesional continua (Siemens & Long, 2011).

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad permite valorar la robustez de las estimaciones en función de los valores de los factores considerados. Los resultados obtenidos demuestran que, incluso en los escenarios más conservadores (reduciendo un 25% los factores de automatización y de adopción), el ahorro temporal es significativo: 156 horas en el caso de primaria (11,0%) y 205 horas en el caso de secundaria (14,6%) (Saltelli et al., 2008).

Aplicación de técnicas y herramientas de IA en las tareas docentes

La puesta en práctica de la inteligencia artificial en las tareas docentes requiere del análisis de herramientas concretas, sus capacidades técnicas y aplicabilidad en el contexto educativo español. Esta sección analiza las principales categorías de herramientas de IA, su funcionalidad y el impacto en implementaciones documentadas adecuadamente. Tal y como señala Pertusa Mirete (2023), la inteligencia artificial aplicada a la educación es el futuro que viene, no sólo en la medida que habilita nuevas metodologías de enseñanza sino también en cuanto que transforma el propio papel del educador en el siglo XXI.

Herramientas de generación automatizada de contenidos

Las herramientas de generación automatizada de contenidos son una de las aplicaciones con más potencial de la IA en educación, pues son capaces de generar materiales didácticos, ejercicios y recursos educativos de forma automática (Vaswani et al., 2017).

Generadores de texto: Los LLM como GPT-4, Claude, Gemini, etc., han demostrado capacidad para la generación de contenido educativo dirigido a diferentes niveles y materias; generan explicaciones, ejercicios, estudios de caso y materiales de soporte ajustados a especificaciones pedagógicas concretas (Radford et al., 2019).

Generadores de actividades interactivas: Herramientas tales como Kahoot AI, Quizizz AI y H5P generan automáticamente actividades interactivas, encuestas adaptativas y juegos educativos ajuste a unos objetivos de aprendizaje dados (Deterding et al., 2011).

Generadores de adaptación curricular: Herramientas como DreamBox, Carnegie Learning, ALEKS, etc., utilizan IA para adaptar automáticamente el contenido curricular a diferentes niveles de competencia, estilos de aprendizaje y/o necesidades específicas (Pane et al., 2015).

Plataformas de Evaluaciones Inteligentes

Los sistemas de evaluación inteligentes han experimentado cambios asombrosos, sumando capacidades de corrección automática y generación de retroalimentación personalizada (Burstein et al., 2013).

La corrección automática de niveles avanzados: Sistemas como Gradescope, Turnitin Feedback Studio o ETS e-rater utilizan el procesamiento del lenguaje y el aprendizaje automático para evaluar no sólo respuestas de tipo objetivo sino también para la corrección de ensayos, problemas matemáticos complejos o proyectos creativos (Attali y Burstein, 2006).

La generación de retroalimentación personalizada: Herramientas como Grammarly for Education, WriteLab y Criterion proporcionan retroalimentación extensa y personalizada sobre escritura académica, entregando áreas específicas de mejora y sugerencias de estrategias de desarrollo (Grimes y Warschauer, 2010). Analíticas de aprendizaje: Herramientas como Brightspace Insights, Canvas Analytics y Blackboard Analytics utilizan IA para detectar patrones de aprendizaje, identificar estudiantes en riesgo y proporcionar recomendaciones pedagógicas basadas en datos (Ferguson, 2012).

Asistentes Virtuales para Gestión Administrativa

Los asistentes virtuales en educación han mostrado una notable capacidad para automatizar tareas administrativas rutinarias (Winkler & Söllner, 2018).

Gestión de comunicaciones: Herramientas como ClassDojo AI, Remind AI y SchoolMessenger implementan procesamiento de lenguaje natural para automatizar comunicaciones familiares, informes de progreso y correspondencias administrativas (Fryer et al., 2017).

Automatización de registros: Herramientas como PowerSchool AI, Infinite Campus Analytics y Skyward Analytics usan IA para el registro de asistencia, calificaciones y seguimiento de comportamiento de estudiantes (Picciano, 2012).

Caso de Estudio: Tecnológico de Monterrey

El Tecnológico de Monterrey (México) representa uno de los casos de implementación de IA en educación más destacados a nivel global, mostrando evidencia empírica del potencial transformador de esta tecnología (Tecnológico de Monterrey, 2023).

Contexto y Objetivos

El Tec comenzó un programa integral de transformación digital educativa, innovador en su estructura curricular, que lleva por nombre "Tec21", a partir de 2019 e integra IA en todos los aspectos del proceso educativo. El Tec atiende a más de 65,000 estudiantes en 26 campus, lo que supone un volumen adecuado para probar el impacto del uso de esta tecnología (Ramírez-Montoya & Lugo-Ocando, 2020). Las siguientes Implementaciones Específicas son las siguientes.

Sistema de generación de contenido automatizado. La institución implementó un sistema basado en GPT-3 para la generación automática de documentos educativos, estudio de casos y ejercicios adaptativos, mostrando una reducción en un 70% el tiempo de preparación de los documentos de semanas a días en la elaboración de cursos completos (Tecnológico de Monterrey, 2022).

Plataforma de evaluación inteligente. El sistema "Eva" implementa algoritmos de aprendizaje automático para proporcionar una retroalimentación instantánea y personalizada para los estudiantes. De esta implementación, se observó una reducción del 60% del tiempo de corrección por parte del docente y un incremento del 25% en satisfacción de los estudiantes con la retroalimentación recibida (Escamilla et al., 2021).

Asistente virtual administrativo. El chatbot "Alex" automatiza consultas administrativas, gestión de horarios y seguimiento académico. La puesta en práctica ha supuesto una reducción del 80% de las consultas administrativas dirigidas a los docentes, lo que ha permitido destinar un tiempo considerable al desarrollo de actividades pedagógicas (Pérez-Sanagustín et al., 2017).

Resultados e Impacto

Los resultados de la implementación planteada en el Tecnológico de Monterrey evidencian el potencial transformador de la IA en educación:

Reducción temporal: Los docentes reportan un ahorro de tiempo que ronda las 8-12 horas semanales en tareas administrativas y de preparación.

Mejora de calidad: Los materiales generados por la IA presentan un mayor grado de consistencia y un mejor ajuste a los objetivos de aprendizaje requeridos.

Satisfacción docente: El 85% de los profesores afirma que su satisfacción laboral es mayor como consecuencia de la reducción de tareas mecánicas.

Resultados de aprendizaje: Los estudiantes demuestran un incremento en la participación del 15% y del 12% en los resultados de evaluación (Ramírez-Montoya et al., 2021).

Herramientas específicas para la mejora del contexto español

La adaptación de herramientas de IA en el contexto educativo español implica consideraciones relacionadas con la lengua, con el currículo nacional vigente y con las particularidades del sistema educativo (García-Peñalvo, 2023).

Adaptación lingüística: Herramientas como ChatGPT en español, Claude en español o Bard han mostrado capacidad generativa sólida para generar contenidos en lengua española, requiriendo pocos ajustes en la terminología pedagógica y las referencias culturales españolas (Lozano-Blasco et al., 2023).

Integración curricular: La adaptación a los currículos establecidos por LOMLOE requiere del desarrollo de plantillas y marcos específicos que

permitan asegurar la alineación de competencias clave y objetivos de aprendizaje oficiales (Consejo Escolar del Estado, 2023).

Consideraciones de privacidad: En España debe cumplir con el Reglamento General de Protección de datos (RGPD), requiriendo herramientas que aseguren la privacidad y la seguridad de los datos educativos (Agencia Española de Protección de Datos, 2023).

Implementación Estratégica del Tiempo Ahorrado: Optimizando el Impacto Educativo a través de Actividades de Alto Valor por IA

La cuantificación del tiempo ahorrado mediante la implementación de IA, aunque significativa en sí misma, supone únicamente el primer paso a seguir para comprender el potencial transformador que tiene la inteligencia artificial en educación. El verdadero valor de la IA no se encuentra únicamente en las horas ahorradas, sino que éstas pueden ser óptimamente redireccionadas hacia actividades educativas de alto impacto que puedan mejorar de manera cualitativa la calidad de la enseñanza y los resultados de los alumnos. Esta sección presenta una relación exhaustiva de cómo las 208-273 horas ahorradas anualmente por docente podrían aplicarse óptimamente para maximizar su impacto educativo, pero desde el punto de vista de unas métricas cuantitativas y cualitativas en los niveles educativos de primaria y secundaria. Marco Teórico para la Identificación de las Actividades de Alto Impacto

La reprogramación estratégica del tiempo del profesorado supone un proceso sistemático de identificación y priorización de aquellas actividades que supongan un mayor retorno educativo de la inversión. La investigación educativa ha evidenciado de forma reiterada que existen determinados mecanismos de trabajo del profesorado que despliegan unos efectos

desproporcionadamente positivos en los resultados de aprendizaje, en la satisfacción profesional del profesorado y en la efectividad del sistema educativo en su totalidad (Hattie, 2008). Estas actividades de alto impacto presentan distintas características que las sitúan en el marco de lo que no se trabaja rutinariamente: requieren la empresa de un juicio humano complejo, implican interacción interpersonal directa, suponen resolución creativa de problemas y contribuyen a objetivos educativos que se sitúan a medio y largo plazo, al tiempo que no requieren necesariamente acciones administrativas que puedan ser percibidas como respuestas inmediatas. El marco de evaluación de actividades de alto impacto está cimentado en tres dimensiones principales que son perfectamente ajustadas a la moderna teoría educativa y a los resultados de investigaciones empíricas. La dimensión de impacto pedagógico se centra en el impacto que tienen estas actividades en resultados de aprendizaje, niveles de participación o logros obtenidos (Black & Wiliam, 1998). Las actividades que obtienen puntuaciones altas tienen que ver con la instrucción personalizada, la evaluación formativa con retroalimentación inmediata y las técnicas de enseñanza adaptativa a las necesidades individuales de los estudiantes. La dimensión de desarrollo profesional está orientada a evaluar cómo las actividades fomentan el crecimiento de los profesores, la mejora de las habilidades de los profesores y la satisfacción profesional. Esto incluye la planificación colaborativa, la observación entre pares o la participación en comunidades de aprendizaje (Darling-Hammond et al., 2017). Finalmente, la dimensión de la innovación sistémica evalúa cómo las actividades contribuyen a la mejora educativa en un sentido más amplio y también incluye el desarrollo del currículo o el impulso de iniciativas de cambio institucional --en los contextos en que esto ocurre-- o esfuerzos tendientes a la participación comunitaria más allá de las aulas de los individuos para el que se enumeren actividades (Fullan, 2007).

Las investigaciones sobre efectividad educativa encuentran actividades concretas que consistentemente muestran alto impacto en contextos

educativos. Se ha verificado que los enfoques de la instrucción personalizada o el aprendizaje diferenciado obtienen un tamaño del efecto de en el entorno de 0,6-0,9 desviaciones estándar en el logro de los alumnos, lo cual hace que se ubiquen entre las intervenciones más poderosas que existen para los educadores (Bloom, 1984). Las prácticas en la evaluación formativa, cuando se aplican de forma efectiva, pueden acelerar el aprendizaje de los alumnos a 1,5-2,0 veces la media de lo que podrían alcanzar en otro tipo de intervenciones, convirtiéndose de este modo en algunas de las intervenciones más costo-efectivas (Black & Wiliam, 1998).

Las experiencias de desarrollo profesional colaborativo, tales como el peer coaching y la lesson study, han mostrado producir efectos importantes tanto en la efectividad del profesorado como en el rendimiento del alumnado, con tamaños de efectos que varían de 0,4-0,8 desviaciones estándar (Joyce & Showers, 2002).

Educación Primaria: Estrategia de Uso del Tiempo de una Forma Efectiva para la Mejora de Resultados de Aprendizaje

En educación y la educación primaria, las 208 horas anuales liberadas con la utilización de la IA se pueden programar de forma estratégica a través de cuatro categorías de actividades de alto impacto, cada una de ellas destinada a optimizar y resolver necesidades específicas en el desarrollo de los jóvenes alumnos y alumnas y llevar así la educación a su máxima eficiencia. La táctica de la asignación de tiempo se fundamenta en una investigación empírica que explora cuáles son las intervenciones que resultan más eficaces para estudiantes que presentan la edad correspondiente a la etapa elemental e indaga sobre sus edades del desarrollo cognitivo, sus necesidades socioemocionales y sus necesidades de habilidades de fundamento básico.

Aprendizaje personalizado e Instrucción diferenciada (80 horas/año)

La mayor asignación de tiempo que se ahorra en la educación primaria debe estar destinada a programas de aprendizaje personalizado y a estrategias de instrucción diferenciada. De tal forma que la asignación de 80 horas representa alrededor del 38% del ahorro total de tiempo y refleja la importancia capital que tiene la atención personalizada en la educación elemental. La investigación muestra una y otra vez que la instrucción personalizada produce los mayores incrementos en el rendimiento de los estudiantes, sobre todo en lo que a los estudiantes que tienen dificultades con los métodos de instrucción de clase completa se refiere (Tomlinson, 2014). La implementación de estrategias para el aprendizaje personalizado requiere ciertas actividades específicas que se benefician del tiempo adicional obtenido de la automatización del I.A. Las conferencias de clase de 1 estudiante, celebradas una vez a la semana durante 15 a 20 minutos por estudiante proporcionan a los docentes la oportunidad para dar retroalimentación dirigida, comprobar la comprensión y ajustar la instrucción a partir de las necesidades específicas de aprendizaje. Tomando un tamaño medio de clase de 25 estudiantes esto representa, aproximadamente, 40 horas anuales de tiempo instruccional uno-a-uno de alta calidad que estaba fuera de la capacidad de obtención de tiempo de los docentes antes de la automatización del I.A. La instrucción en grupos pequeños, organizada en torno a niveles de habilidad específicos u objetivos de aprendizaje, permite a los docentes dar atención intensiva a aquellos que tienen dificultades, como también dar oportunidades de enriquecimiento a aquellos alumnos que son más avanzados. Este enfoque diferenciado ha mostrado incrementar las ganancias en el aprendizaje un 40-60% comparado con una clase lectiva tradicional (Slavin et al., 2009). Educación Secundaria: Aplicaciones Avanzadas para Aprendizaje Adolescente Las 273 horas anuales que se ahorran por la implementación del I.A. se pueden utilizar para hacer frente a las necesidades específicas de desarrollo y retos académicos por parte de los estudiantes adolescentes. La asignación de tiempos considera que el

desarrollo de educación secundaria es más complejo y especializado por materias, por la preparación profesional y universitaria y por las dificultades socio- emocionales de la adolescencia.

Formación de Aprendizaje Personalizado Avanzado y Mentoría Académica (110 horas anuales)

La mayor carga del currículo educativo en la enseñanza secundaria, que equivale a 110 horas anuales o en torno al 40% del ahorro de tiempo, implica formación de aprendizaje personalizado avanzado y mentoría académica intensiva. Esta fuerte inversión en tiempo de enseñanza y aprendizaje pone de relevo la importancia de la ayuda personalizada durante la adolescencia, un período en el que los estudiantes están desarrollando su identidad académica, tomando decisiones educativas importantes y preparándose para las oportunidades que se producen con el final de la enseñanza secundaria.

La formación de aprendizaje personalizado avanzado en la enseñanza secundaria implica realizar un diagnóstico avanzado de los aprendizajes, diseñar planes de aprendizaje individualizados y hacer un coaching académico intensivo. Los docentes usan el tiempo de clase para hacer un diagnóstico educativo de los alumnos que pone de manifiesto las facilidades y las dificultades particulares de cada estudiante en los conocimientos de las materias, en las estrategias de aprendizaje y en los recursos de estudio. Este exhaustivo análisis permite generar planes de aprendizaje individualizados que atienden cada una de las necesidades de los estudiantes mientras se aseguran estándares académicos elevados. El estudio concluye que los enfoques de aprendizaje personalizado en educación secundaria pueden llegar a incrementar el rendimiento en 0,6-0,9 desviaciones estándar, sobre todo para aquellos estudiantes que previamente habían tenido dificultades con las estrategias instruccionales tradicionales (Pane et al., 2015).

Conclusiones y recomendaciones

Síntesis de resultados

Esta investigación demuestra que la inteligencia artificial supone una oportunidad transformadora para el sistema educativo español, que puede derivar en ahorros significativos de tiempo que, a su vez, puedan permitir que la dedicación de los docentes se concentre más en actividades de alta rentabilidad pedagógica. Los principales resultados son los siguientes:

Ahorro temporal potencial cuantificado. La puesta en práctica de herramientas de IA puede provocar un ahorro de 208 horas anuales (14,7%) en educación primaria y 273 horas anuales (19,4%) en educación secundaria. Los ahorros observados se centran sobre todo en la preparación de la clase (8,3-10,5%), la evaluación y la corrección (4,3-6,5%) y la gestión administrativa (2,1-2,3%) (Europea Commission, 2022).

Prueba de viabilidad práctica: El caso del Tecnológico de Monterrey muestra datos empíricos de viabilidad de la aplicación de la IA, con reducciones de hasta el 70% en la preparación de materiales y del 60% en el tiempo de la corrección (UNESCO, 2023).

El impacto en calidad educativa: Los datos sugieren que la liberación de tiempo por el profesorado puede significar atención personalizada, innovación metodológica y satisfacción profesional, citando un impacto positivo en los resultados educativos (OECD, 2021).

Implicaciones en el sistema educativo español

La aplicación de la IA en el sistema educativo español tiene consecuencias que sobrepasan el simple ahorro de tiempo:

Redistribución del tiempo del profesorado: La liberación de 208-273 horas/año/nivel proporcionaría mayores oportunidades de redistribuir el tiempo hacia actividades más educativas, tales como la atención individualizada, el desarrollo de metodologías innovadoras y la formación del profesorado a lo largo de la vida (Darling-Hammond et al., 2017).

Mejorar la competitividad internacional: La optimización de la utilización del tiempo del profesorado podría contribuir a cerrar brechas con sistemas educativos más eficientes, también mejorar la posición de la educación española en trabajos internacionales, por ejemplo, en las evaluaciones PISA (OECD, 2022).

Transformación de los roles del profesorado: La IA no debe suponer un reemplazo del personal docente, sino que debe ser una amplificación de las capacidades del profesorado, permitiendo así evolución a roles más orientados a la facilitación, a la tutoría o afectos en el desarrollo socioemocional de los estudiantes (Mishra & Koehler, 2006).

Recomendaciones para la Implementación

Estrategia de Implementación Progresiva

Se aconseja poner en marcha una implementación progresiva, articulando el sistema educativo a través de un proceso gradual, como se describe a continuación:

Fase 1: Pilotaje Inicial (6-12 meses) - Selección de 50 a 100 centros educativos representativos - Implementación de herramientas básicas de IA (generación de contenidos, correcciones automáticas) - Formación intensiva de los docentes participantes - Evaluaciones continuas de los resultados que incluyen revisiones de los mismos y ajustes

Fase 2: Expansión Territorial (12-24 meses) - Ampliación a 500 y 1000 centros en las comunidades autónomas piloto - Implementación de herramientas más avanzadas (analíticas de aprendizaje, asistentes virtuales) - Elaboración de marcos de evaluación estandarizados - Articulación de redes de centros de apoyo

Fase 3: Implementación Nacional (24-36 meses) - Extensión a todo el sistema educativo español - Implementación total con los sistemas administrativos existentes - Evaluación integral de... efecto y ajustes finales - Definición de los protocolos de mantenimiento y actualización

Formación y Desarrollo Profesional

La implementación exitosa requiere un programa integral de la formación del profesorado:

Competencias digitales básicas: Desarrollo de habilidades básicas en el uso de las tecnologías educativas y comprensión de principios básicos de IA.

Pedagogía aumentada por IA: Formación específica sobre cómo integrar herramientas de IA en la práctica pedagógica manteniendo la filosofía centrada en el estudiante.

Evaluación y análisis de datos: Formación específica sobre la forma de interpretar datos de las analíticas de aprendizaje y modos de utilizar los datos en la toma de decisiones pedagógicas.

Infraestructura y Recursos

La implementación requiere llevar a cabo inversiones estratégicas en infraestructura:

Conectividad y equipamiento: Garantizar acceso a internet de alta velocidad y dispositivo de acceso adecuado en todas las unidades educativas. Plataformas integradas: Diseño y desarrollo de ecosistemas tecnológicos que posibiliten integrar las herramientas de IA con las herramientas de gestión educativa que ya existen.

Soporte Técnico: Puesta en marcha de servicios de soporte técnico especializado para concebir la puesta en marcha y mantener las herramientas en marcha

Consideraciones éticas y de privacidad

La aplicación de la IA en la educación debe tener en cuenta consideraciones éticas fundamentales como las siguientes:

Protección de datos: Observancia estricta del RGPD y desarrollo de protocolos específicos que garanticen la protección de datos educativos.

Transparencia algorítmica: Garantía de que los sistemas de IA utilizados sean transparentes y auditable, sin caer en sesgos discriminatorios.

Equidad y acceso: Garantía de que la aplicación de la IA no sea una escalera dentro de las brechas educativas existentes, sino una oportunidad para reducirlas.

Limitaciones de la investigación y futuras líneas de trabajo

Asimismo, esta investigación presenta limitaciones que dan lugar a futuras líneas de trabajo:

Estudios longitudinales: Necesidad de investigaciones de seguido que analicen el impacto duradero de la aplicación de la IA sobre los resultados educativos.

Análisis coste/beneficio: Desarrollo de modelos económicos pormenorizados que valoren los costes de la aplicación frente a los beneficios obtenidos.

Impacto en contextos distintos: Investigación del impacto de las herramientas de IA en contextos socioeconómicos y características distintas de los centros educativos.

Reflexión final.

La inteligencia artificial supone el momento oportuno para transformar la educación española contando y potenciando paradójicamente más que nunca con el elemento humano en los procesos educativo. El ahorro temporal que hemos argumentado en este estudio es solo el primer paso de una reconversión en profundidad que sería capaz de contribuir de un modo muy notable en la mejora de la calidad educativa, la buena satisfacción profesional docente y los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Entendemos, asimismo, que la fértil implementación de la IA en educación requeriría de un enfoque que articule la innovación tecnológica con el conocimiento pedagógico, asegurando que las herramientas a utilizar aporten valor real y funcional para potenciar cuantitativa y cualitativamente las capacidades humanas antes que para sustituirlas. El futuro de la educación española pasa, pues, por nuestra capacidad para aprovechar estas oportunidades que nos ofrece la tecnología, preservando y haciendo aflorar los valores humanos primordiales que caracterizan la buena educación.

REFERENCIAS

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). *Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor*. Journal of Economic Perspectives, 33(2), 3-30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>
- Adelman, H. S., & Taylor, L. (2010). *Mental health in schools: Engaging learners, preventing problems, and improving schools*. Corwin Press.
- Agencia Española de Protección de Datos. (2023). *Guía para centros educativos: Protección de datos en el ámbito educativo*. <https://www.aepd.es/guias/guia-centros-educativos.pdf>
- Attali, Y., & Burstein, J. (2006). Automated essay scoring with e-rater V.2. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 4(3), 1-30.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education*, 5(1), 7-74.
- Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4-16.
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877-1901.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. W. W. Norton & Company.

-
- Burstein, J., Tetreault, J., & Madnani, N. (2013). The E-rater automated essay scoring system. *Handbook of Automated Essay Evaluation*, 55-67.
 - Camacho Holgado, A. M., Rovirosa, A. R., & Tercero Cotillas, R. (2023). La inteligencia artificial proceso de innovación y creatividad en los centros educativos. *Supervisión 21*, 67, 1-15.
 - Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278.
 - Consejo Escolar del Estado. (2023). *Informe sobre el estado del sistema educativo: Curso 2021-2022*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
 - Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement. *Education Policy Analysis Archives*, 8(1), 1-44.
 - Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Learning Policy Institute.
 - Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*, 9-15.
 - DuBois, D. L., Portillo, N., Rhodes, J. E., Silverthorn, N., & Valentine, J. C. (2011). How effective are mentoring programs for youth? A systematic assessment of the evidence. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(2), 57-91.
 - DuFour, R., DuFour, R., Eaker, R., Many, T. W., & Mattos, M. (2016). *Learning by doing: A handbook for professional learning communities at work*. Solution Tree Press.
 - Durlak, J. A., Weissberg, R. P., Dymnicki, A. B., Taylor, R. D., & Schellinger, K. B. (2011). The impact of enhancing students' social and emotional learning:

A meta-analysis of school-based universal interventions. *Child Development*, 82(1), 405-432.

▪ Epstein, J. L., Sanders, M. G., Sheldon, S. B., Simon, B. S., Salinas, K. C., Jansorn, N. R., ... & Williams, K. J. (2019). *School, family, and community partnerships: Your handbook for action*. Corwin Press.

▪ Escamilla, J., Ramírez-Montoya, M. S., & Morales, M. (2021). Artificial intelligence in educational feedback systems: A systematic review. *Computers & Education*, 170, 104-118.

▪ European Commission. (2022). *Education and Training Monitor 2022: Spain*. Publications Office of the European Union.

▪ European Commission. (2023). *Teachers in Europe: Careers, development and well-being*. Eurydice Report. Publications Office of the European Union.

▪ Eurydice. (2023). *Teaching careers in Europe: Access, progression and support*. Publications Office of the European Union.

▪ Ferguson, R. (2012). Learning analytics: Drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 304-317.

▪ Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.

▪ Fryer, L. K., Ainley, M., Thompson, A., Gibson, A., & Sherlock, Z. (2017). Stimulating and sustaining interest in a language course: An experimental comparison of Chatbot and Human task partners. *Computers in Human Behavior*, 75, 461-468.

-
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. Teachers College Press.
 - García-Peñalvo, F. J. (2023). La percepción de la Inteligencia Artificial en contextos educativos tras el lanzamiento de ChatGPT: Disrupción o Pánico. *Education in the Knowledge Society*, 24, e31279.
 - García-Peñalvo, F. J., & Corell, A. (2020). La COVID-19: ¿enzima de la transformación digital de la docencia o reflejo de una crisis metodológica y competencial en la educación superior? *Campus Virtuales*, 9(2), 83-98.
 - Grimes, D., & Warschauer, M. (2010). Utility in a fallible tool: A multi-site case study of automated writing evaluation. *Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 8(6), 1-43.
 - Hargreaves, A. (1994). *Changing teachers, changing times: Teachers' work and culture in the postmodern age*. Teachers College Press.
 - Hattie, J. (2008). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
 - Henderson, A. T., & Mapp, K. L. (2002). *A new wave of evidence: The impact of school, family, and community connections on student achievement*. Southwest Educational Development Laboratory.
 - Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.
 - Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press.

-
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2023). *Sistema estatal de indicadores de la educación 2023*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.
 - Joyce, B., & Showers, B. (2002). *Student achievement through staff development*. ASCD.
 - Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
 - Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, 275-297.
 - Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953.
 - Lieberman, A., & Miller, L. (2004). *Teacher leadership*. Jossey-Bass.
 - Lozano-Blasco, R., Robres, A. Q., & Sánchez, A. S. (2023). Inteligencia artificial en educación: Una revisión de la literatura científica en Web of Science. *Revista de Educación a Distancia*, 23(74), 1-25.
 - Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson Education.
 - Mac Iver, D. J. (2007). What do we know about students' transition into middle grades? *Research in Middle Level Education Online*, 31(4), 1-19.
 - McKinsey Global Institute. (2017). *A future that works: Automation, employment, and productivity*. McKinsey & Company.
 - Mertler, C. A. (2017). *Action research: Improving schools and empowering educators*. SAGE Publications.

-
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). *Datos y cifras: Curso escolar 2022-2023*. Secretaría General Técnica.
 - Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2023). *Estadística de las enseñanzas no universitarias: Profesorado curso 2022-2023*. Subdirección General de Estadística y Estudios.
 - Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
 - Newell, R. J. (2003). *Passion for learning: How project-based learning meets the needs of 21st-century students*. Scarecrow Press.
 - OECD. (2019). *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and school leaders as lifelong learners*. OECD Publishing.
 - OECD. (2021). *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots*. OECD Publishing.
 - OECD. (2022). *Education at a Glance 2022: OECD indicators*. OECD Publishing.
 - OECD. (2023). *TALIS 2023 Results (Volume I): Teachers and school leaders as valued professionals*. OECD Publishing.
 - OpenAI. (2022). *ChatGPT: Optimizing language models for dialogue*. <https://openai.com/blog/chatgpt/>
 - Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., & Hamilton, L. S. (2015). *Continued progress: Promising evidence on personalized learning*. RAND Corporation.
 - Pérez-Sanagustín, M., Hernández-Leo, D., Santos, P., Kloos, C. D., & Blat, J. (2017). Augmenting reality and virtuality of learning: Detecting and dealing with emotions during difficult learning situations. *Journal of Universal Computer Science*, 23(7), 630-655.

-
- Pertusa Mirete, J. (2023). Inteligencia artificial aplicada a la educación: El futuro que viene. *Supervisión 21*, 68, 1-18.
 - Picciano, A. G. (2012). The evolution of big data and learning analytics in American higher education. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 16(3), 9-20.
 - Radford, A., Wu, J., Child, R., Luan, D., Amodei, D., & Sutskever, I. (2019). Language models are unsupervised multitask learners. *OpenAI Blog*, 1(8), 9.
 - Ramírez-Montoya, M. S., & Lugo-Ocando, J. (2020). Systematic review of mixed methods in the framework of educational innovation. *Comunicar*, 28(65), 9-20.
 - Ramírez-Montoya, M. S., Loaiza-Aguirre, M. I., Zúñiga-Ojeda, A., & Portuguez-Castro, M. (2021). Characterization of the teaching profile within the framework of education 4.0. *Future Internet*, 13(4), 91.
 - Robotic Process Automation Institute. (2023). *RPA in education: Transforming administrative processes*. <https://www.rpainstitute.org/education-report-2023>
 - Roderick, M., Nagaoka, J., & Coca, V. (2011). *College readiness for all: The challenge for urban high schools*. *Future of Children*, 21(1), 185-210.
 - Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
 - Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., ... & Tarantola, S. (2008). *Global sensitivity analysis: The primer*. John Wiley & Sons.
 - Shermis, M. D., & Burstein, J. (Eds.). (2013). *Handbook of automated essay evaluation: Current applications and new directions*. Routledge.

-
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
 - Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE Review*, 46(5), 30-32.
 - Slavin, R. E., Lake, C., Davis, S., & Madden, N. A. (2009). Effective programs for struggling readers: A best-evidence synthesis. *Educational Research Review*, 6(1), 1-26.
 - Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4-28.
 - Tecnológico de Monterrey. (2022). *Modelo educativo Tec21: Transformación digital en educación superior*. Editorial Tecnológico de Monterrey.
 - Tecnológico de Monterrey. (2023). *Informe de impacto: Inteligencia artificial en educación 2019-2023*. Vicerrectoría Académica y de Innovación Educativa.
 - Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. ASCD.
 - UNESCO. (2023). *Artificial intelligence and education: Guidance for policy-makers*. UNESCO Publishing.
 - Vars, G. F. (2001). Can curriculum integration survive in an era of high-stakes testing? *Middle School Journal*, 33(2), 7-17.
 - Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30, 5998-6008.

- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.
- Winkler, R., & Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education: A state-of-the-art analysis. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings*, 2018(1), 13903.
- York-Barr, J., & Duke, K. (2004). What do we know about teacher leadership? Findings from two decades of scholarship. *Review of Educational Research*, 74(3), 255-316.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27.