

# Perspectivas de la Educación Digital de la OCDE 2021: Superando las Fronteras con Inteligencia Artificial, Blockchain y Robótica

Informe resumen elaborado por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF) a partir del Informe:

OECD (2021), *OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>.



Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)  
Departamento de Proyectos Internacionales

<https://intef.es/> | [@educalNTEF](https://twitter.com/educalNTEF) | <https://intef.es/noticias/>

Imagen en Freepik, bajo licencia [CC BY 2.0](https://creativecommons.org/licenses/by/2.0/)



Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0 España](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/)

## Contenidos

<b>CAPÍTULO 1. LÍMITES DE LAS TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS INTELIGENTES: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS .....</b>	<b>2</b>
Smart data y tecnología digital en la educación .....	2
Límites actuales de la digitalización en la educación .....	3
Oportunidades principales .....	4
Indicadores de actuación.....	7
Observaciones finales .....	13
<b>CAPÍTULO 2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: COMBINACIÓN DE TODOS LOS ASPECTOS .....</b>	<b>13</b>
Introducción .....	14
Tecnologías educativas inteligentes: Definiciones y contexto.....	14
Los usos de la inteligencia artificial en las aulas y los sistemas educativos.....	15
Potencial .....	18

La digitalización presenta nuevas posibilidades pedagógicas y, aunque la educación siempre haya sido un sector con gran riqueza de información, ya sea en las calificaciones o en la información administrativa sobre el absentismo escolar, podemos calificar como reciente el uso de datos con el objetivo de ayudar a los alumnos a aprender de forma más efectiva y a los profesores a mejorar su docencia, así como para fundamentar la toma de decisiones en las administraciones educativas.

La relación entre las partes interesadas en la pedagogía y la tecnología no siempre ha sido fácil, pues ha oscilado entre el entusiasmo y el escepticismo. ¿Podrán la tecnología digital, las tecnologías inteligentes basadas en la inteligencia artificial, el análisis del aprendizaje y la robótica transformar la educación del mismo modo que ya están transformando el resto de la sociedad? De ser así, ¿de qué forma lo conseguirían? El presente informe explora esta cuestión.

Tras ofrecer una panorámica de las oportunidades y los retos digitales (capítulo 1), así como de las soluciones tecnológicas inteligentes más avanzadas (capítulo 2), este documento se centra en cómo las tecnologías inteligentes pueden cambiar la educación en el aula y apoyar la gestión de las organizaciones y los sistemas educativos.

## CAPÍTULO 1. LÍMITES DE LAS TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS INTELIGENTES: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Stéphan Vincent-Lacrin  
OCDE

Este capítulo sirve de introducción al informe y presenta algunas conclusiones e implicaciones políticas. Se destaca la importancia de la digitalización como tendencia social para la educación, para después presentar el tema principal del documento: los posibles límites de la tecnología educativa.

### **Smart data y tecnología digital en la educación**

El debate sobre la digitalización de la pedagogía presenta dos vertientes relevantes. En primer lugar, los potenciales cambios tecnológicos en las etapas de la enseñanza. En este documento se revisa de qué forma ocurriría la transformación del sector educativo a corto, medio y largo plazo, así como la posible asunción de las tareas docentes por parte de los ordenadores o los robots. Estos avances tecnológicos también pueden traducirse en nuevos procesos de trabajo y gestión a nivel de centro o de sector, ya sea en busca de la rentabilidad y el aumento de la productividad o para mejorar la eficacia a la hora de alcanzar los objetivos tradicionales.

En segundo lugar, la adecuación de la respuesta educativa a las nuevas necesidades de la sociedad y del mercado laboral. Esta cuestión plantea el debate sobre las competencias del siglo XXI y la creciente importancia de aquellas más difíciles de automatizar. La digitalización de la sociedad y los cambios en la demanda del sector empresarial hacen que el contenido y la naturaleza de la educación adquiera

importancia y nos llevan a cuestionarnos cuáles son los conocimientos, habilidades, actitudes y valores necesarios en un mundo digitalizado e influenciado por la inteligencia artificial.

## Límites actuales de la digitalización en la educación

Dado que se pretende estudiar los “límites tecnológicos” y hacer un balance de lo que la enseñanza digital puede conseguir, este informe se limita a la tecnología que se utiliza actualmente en algunas jurisdicciones, instituciones o laboratorios.

Se abarcan tres tipos de campos tecnológicos: inteligencia artificial y análisis del aprendizaje, la robótica y el blockchain. Así, se examinan dos ámbitos en los que la tecnología tiene (y tendrá) un efecto transformador: la enseñanza y el aprendizaje en el aula, y la gestión de centros y sistemas educativos.

### Apartado 1.1 Descripción de las tecnologías digitales

**Inteligencia artificial (IA):** Un sistema de IA se basa en máquinas que, a través de objetivos definidos por el ser humano, pueden realizar predicciones, recomendaciones o decisiones que influyen en entornos reales o virtuales. Los sistemas de IA están diseñados para funcionar mediante distintos niveles de autonomía. Las fases del ciclo de vida de los sistemas de IA incluyen: i) “diseño, datos y modelos”; ii) “verificación y validación”; iii) “implantación”; y iv) “funcionamiento y supervisión”. Estas fases se desarrollan de forma iterativa y no son necesariamente secuenciales.

**Análisis del aprendizaje:** Estudia cómo emplear la minería de datos, el aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural, la visualización y los enfoques de interacción persona-ordenador, entre otros, para proporcionar a profesorado y alumnado información que mejore los procesos de aprendizaje y la práctica docente.

**Internet de las cosas / Dispositivos inteligentes:** El internet de las cosas comprende todos aquellos dispositivos cuyo estado puede ser alterado a través de internet, con o sin la participación activa del ser humano. Los dispositivos, equipos, máquinas e infraestructuras “inteligentes” están creando oportunidades de automatización y de interacción en tiempo real.

**Robots:** Un robot es una máquina física con capacidades de detección, computación y actuación, capaz de realizar acciones automáticamente. En educación, la mayoría son “robots sociales” que interactúan con los alumnos.

**Blockchain:** Se trata de una combinación de tecnologías ya existentes que confieren a las redes características fundamentales para realizar transferencias de valor y datos de forma directa entre las partes.

**Fuente:** Base de datos de imágenes y vídeos de ECHOES (reproducido bajo autorización).

## Oportunidades principales

Las tecnologías inteligentes o *smart technologies* pueden mejorar los sistemas educativos y la impartición de la enseñanza de diferentes maneras. Esta sección destaca de qué forma contribuye la tecnología inteligente a la consecución de estos objetivos.

### **Eficacia**

Una de las promesas de las tecnologías inteligentes reside en aumentar la eficacia de la pedagogía para mejorar el aprendizaje de los alumnos.

En el aula, existen varias aplicaciones que ofrecen un apoyo directo al aprendizaje de los estudiantes. El aprendizaje personalizado tiene como objetivo proporcionar planes de estudios y tareas pertinentes a todos los alumnos, y orientarlos basándose en diagnósticos de sus conocimientos y carencias.

El compromiso se considera un factor clave en la enseñanza, por lo que se están desarrollando soluciones para mantener a los estudiantes involucrados en entornos de aprendizaje digitales o físicos. Los robots sociales utilizan el aprendizaje adaptativo para tutorizar a los alumnos con lenguaje natural, así como para enseñar o motivarles desempeñando el papel de un compañero. De esta forma, ofrecen su apoyo a los profesores.

Por último, las tecnologías inteligentes permiten que los estudiantes con necesidades especiales tengan acceso a los materiales del plan de estudios y les permiten participar en actividades en una medida que hasta el momento no era posible.

La segunda posibilidad de mejora en la eficacia del aprendizaje proviene de los análisis de las aulas que ayudan a mejorar la impartición de la enseñanza. Si bien aún se considera un reto, muchas aplicaciones ya muestran soluciones para que el docente aproveche mejor el tiempo en clase, por ejemplo sugiriendo cuándo es un buen momento para cambiar a la siguiente actividad. Asimismo, las soluciones de coordinación del aula pueden ser útiles en tiempo real a la vez que proporcionan información personalizada sobre la propia práctica docente.

## Apartado 1.2 Integración de la IA y el análisis del aprendizaje en la escuela: ejemplos de China

Algunos centros educativos ya están experimentando y desarrollando métodos innovadores de integrar las tecnologías inteligentes en sus actividades. A continuación se muestran algunos ejemplos de Shanghái (China).

La Escuela de educación primaria central N° 1 de Luwan es un centro público que integra la IA en la gestión de sus recursos escolares y en la enseñanza y aprendizaje. Gracias a la tecnología del internet de las cosas, el “campus digital” recopila y analiza datos para controlar y gestionar automáticamente factores ambientales como la seguridad, la iluminación, la calidad del agua y del aire, así como la actividad del campus. En combinación con dispositivos portátiles, el centro también recoge datos fisiológicos como la temperatura corporal y el ritmo cardíaco de los estudiantes, además de datos académicos y del proceso de aprendizaje con el fin de apoyar a profesores y alumnos.

Por último, un sistema de “enseñanza digital” proporciona a los profesores apoyo en cinco aspectos de la docencia: preparación de las clases, organización del aula, deberes, tutorización y evaluación.

Imagen 1.1 Digitalización en la Escuela de educación primaria central N° 1 de Luwan de Shanghái



**Fuente:** Cortesía del gobierno municipal de Shanghái

El instituto afiliado a la Universidad de Tongji (China) también está implantando un nuevo sistema de “aula digital” en inglés, geografía y biología que recoge datos del alumnado para conformar la base pedagógica y el aprendizaje posterior. Antes de las clases, los profesores utilizan herramientas digitales interactivas para evaluar el aprendizaje de sus alumnos, lo que les permite modificar sus técnicas didácticas durante la sesión y desarrollar estrategias individualizadas a posteriori. Esta información también les puede servir de utilidad para proponer deberes online. Además, a partir de las fichas individuales, el sistema propone recursos de vídeo y ejercicios de microtutoría para satisfacer las necesidades pedagógicas individuales. El sistema también permite el aprendizaje colaborativo, puesto que estudiantes y profesores pueden ver y comentar el trabajo de los alumnos.

Imagen 1.2 El sistema de “aula digital” del instituto de la Universidad de Tongji



Fuente: Cortesía del gobierno municipal de Shanghai

- Existen escuelas basadas en la tecnología digital que exploran otros sectores. La Escuela Secundaria Xuhui de Shanghai presta especial atención a la educación científica y cuenta con 22 laboratorios de ciencias de la ingeniería e innovación.
- La Escuela de Tecnología Industrial de Shanghai ofrece a sus alumnos tecnología avanzada de realidad mixta y simulación.

Por último, cabe resaltar que los sistemas de datos longitudinales que efectúan un seguimiento de los alumnos a lo largo de sus estudios también permiten llevar a cabo intervenciones políticas y organizativas más eficaces y un mejor diseño de la oferta educativa.

### Equidad

Las tecnologías inteligentes pueden ayudar a los sistemas educativos a ofrecer oportunidades de aprendizaje más equitativas. En este sentido, hay que tener en cuenta dos aspectos ambivalentes. Por un lado, es evidente que este tipo de tecnología contribuye o podría contribuir a reducir la desigualdad, tanto al aumentar el acceso global a las oportunidades de aprendizaje como al mejorar la eficacia de la enseñanza para quienes más lo necesitan. Por otro lado, la desigualdad también podría aumentar si no se presentara una disponibilidad generalizada y equitativa.

Por lo que respecta a las dificultades, existen al menos dos razones por las que la tecnología podría tener un efecto negativo en la equidad. La primera razón se basa en la diferencia de acceso a los dispositivos y a la conectividad por parte de los estudiantes de distintos contextos, especialmente los pertenecientes a entornos socioeconómicos más bajos. La segunda razón radica en el hecho de que, si la tecnología funciona igual para todos, aquellos que posean unos conocimientos previos más sólidos podrían mantener esta ventaja o incluso progresar más rápido que el resto.

Existen muchas razones para creer que las tecnologías inteligentes pueden favorecer el proceso hacia la equidad. En primer lugar, la tecnología orientada a la enseñanza puede ampliar el acceso a las oportunidades de aprendizaje con plataformas que proponen recursos educativos abiertos. Además, se puede reducir la desigualdad facilitando la inclusión de los estudiantes con necesidades especiales y

adaptándose a los diferentes estilos de aprendizaje. En segundo lugar, existen sistemas de alerta temprana que se centran en reducir la desigualdad y que pueden favorecer la finalización de los estudios para alumnos en riesgo de abandonar la escuela secundaria. En tercer lugar, el uso del análisis del aprendizaje ayuda a los estudiantes con menos conocimientos previos a aprender a un ritmo adecuado.

El apartado 1.3 ofrece un ejemplo de una solución que redujo la brecha de aprendizaje entre estudiantes.

### **Apartado 1.3 Estudio estadounidense: La adaptación de los deberes de matemáticas puede ayudar a reducir las diferencias de rendimiento**

Durante una intervención en el estado de Maine (Estados Unidos), se pidió que el profesorado utilizara el programa informático ASSISTments para asignar deberes de matemáticas. El sistema proporciona información a los alumnos a medida que resuelven los problemas en casa y prepara automáticamente informes para los profesores sobre el rendimiento. Los docentes recibieron formación acerca de la evaluación formativa y el estudio reveló que los estudiantes aprendieron más en comparación con sus compañeros de otros centros y que el impacto fue mayor para los alumnos con menor rendimiento previo en matemáticas.

### ***Eficiencia***

La tecnología digital no siempre ha cumplido sus promesas en el marco de la eficiencia, ya que a veces se ha olvidado que, más allá de la inversión inicial, es necesario actualizarla y mantenerla periódicamente. Sin embargo, existen motivos que nos llevan a creer que las tecnologías inteligentes podrían aumentar la eficiencia del sector pedagógico. Podemos tomar a modo de ejemplo el proceso de solicitud y admisión en los centros educativos. Cada vez se realiza un mayor número de solicitudes a través de plataformas digitales, especialmente en la enseñanza superior, donde a menudo es necesario un proceso de selección. Otros ámbitos respecto a la eficiencia de la digitalización los encontramos en la expedición de títulos y otras credenciales verificables en blockchain, y en la recopilación de información estadística a nivel de sistema.

### **Indicadores de actuación**

Son muchas las oportunidades que presentan las soluciones educativas inteligentes impulsadas por la inteligencia artificial, el análisis del aprendizaje, los algoritmos y otras herramientas. En esta sección se extraerán algunas lecciones clave y se destacarán características de las tecnologías inteligentes esenciales para la elaboración de políticas y para el despliegue eficaz de la digitalización pedagógica.

### ***Las tecnologías inteligentes como sistemas sociotécnicos***

La mayoría de las tecnologías que se abordan en este documento no pretenden sustituir a los docentes ni a los seres humanos. Un hilo conductor de todos los análisis presentados es que la mayoría de las soluciones pedagógicas están diseñadas como sistemas mixtos de humanos e inteligencia artificial que requieren supervisión humana e interacción entre profesorado y alumnado.



Al contrario de cómo se suelen mostrar los robots en otros sectores, los robots sociales presentados por Belpaeme y Tanaka (2021) tampoco están pensados para sustituir a los profesores, sino para apoyar al alumnado en tareas específicas de aprendizaje. Good (2021) ofrece un caso excelente que muestra cómo las tecnologías inteligentes para estudiantes con necesidades especiales pueden crear nuevas relaciones sociales entre los alumnos y las personas encargadas de proporcionarles las tareas de aprendizaje adecuadas. A nivel de sistemas y organizaciones, el uso de las tecnologías inteligentes sigue el mismo patrón. Los sistemas de alerta temprana ayudan a predecir el abandono escolar, pero requieren de intervención humana.

Esto no quiere decir que las tecnologías inteligentes nunca tomen decisiones o que no estén diseñadas para la automatización total. Los sistemas de personalización, la analítica de las aulas y los sistemas de alerta temprana toman algunas decisiones para recomendar o ejecutar su siguiente acción pero, por lo general, solo aportan información en la toma de decisiones. Las evaluaciones estandarizadas basadas en la gamificación puntúan automáticamente a los examinados y evalúan sus habilidades. La tecnología blockchain registra de forma fidedigna las acciones de diversos actores humanos, basándose en diferentes procesos sociales. Ambos casos también ponen de manifiesto la importancia de pensar en las tecnologías inteligentes como sistemas sociotécnicos.

Uno de los retos de las evaluaciones estandarizadas basadas en la gamificación será llegar a la aceptación social, incluso a una confianza plena, como ha sucedido con las evaluaciones estandarizadas tradicionales. Buckley et al. (2021) señalan que la creación de evaluaciones válidas, fiables y justas basadas en la gamificación es considerablemente más compleja que el diseño de pruebas tradicionales.

Existen diferentes formas de constatar el hecho de que la mayoría de las tecnologías inteligentes son sistemas mixtos de humanos e inteligencia artificial. Si bien la tecnología podría desempeñar un papel más importante en el futuro, actualmente ha de ser complementada y controlada por acciones humanas en la mayoría de los casos.

- Implicar a los profesores, estudiantes y otros usuarios como codiseñadores en el proceso de investigación y desarrollo garantizaría la utilidad y el uso de las soluciones digitales inteligentes.
- Las alianzas entre el gobierno, los investigadores tecnológicos de las universidades y las empresas, y la industria de la tecnología educativa deberían ser un elemento clave de la mayoría de los proyectos de investigación y desarrollo.

### **Precisión del algoritmo**

Las tecnologías inteligentes progresan con rapidez, a menudo superando al análisis de datos y la tecnología tradicional gracias a algoritmos más potentes. Sin embargo, muchas de las tecnologías aquí presentadas no se encuentran totalmente consolidadas y, a pesar de este avance, siguen siendo imperfectas. Es importante que los usuarios y los gobiernos sean conscientes de estas limitaciones sin impedir que la tecnología siga mejorando y creciendo. A continuación se exponen algunas posibles indicaciones políticas para reducir los límites de las tecnologías inteligentes y sin desaprovechar su potencial:

- Las tecnologías educativas inteligentes han de demostrar cierto nivel de precisión en sus predicciones y diagnósticos cuando contribuyan a la toma de decisiones.
- Las tecnologías que aún no han adquirido una precisión absoluta deberían limitarse a ofrecer orientación en lugar de tomar decisiones totalmente automatizadas.

### **Diseño en función del uso**

En algunas ocasiones, los usuarios pueden no tener interés en utilizar la tecnología incluso cuando resulta útil y beneficiosa, ya sea por el diseño de las soluciones tecnológicas inteligentes o por la incomprensión de su uso.

La interfaz entre la tecnología y los seres humanos es esencial, ya que la forma en que se muestra la información final a los usuarios determina su utilidad. Sin embargo, en algunos casos su provecho puede ir más allá de ofrecer una solución técnica a un problema concreto. Por ello, la utilidad y la precisión algorítmica no siempre están relacionadas: una solución con un algoritmo que realiza su tarea con precisión puede no ser útil, mientras que los algoritmos que realizan su tarea de forma imperfecta pueden llegar a serlo. Un último aspecto importante sobre la utilidad reside en la asequibilidad de las tecnologías para los centros públicos y privados.

A continuación se presentan varios conceptos clave en relación con la mejora de la utilidad y el uso de tecnologías inteligentes en enseñanza:

- El análisis coste-beneficio debería guiar el diseño y la adopción de soluciones digitales inteligentes según el tipo de problema.
- Se deben identificar con exactitud tanto los costes como los beneficios esperados.
- La visualización de la información proporcionada por el análisis del aprendizaje y otras tecnologías determinará la utilidad.
- La tecnología debería ser de bajo coste y funcionar en plataformas/dispositivos de amplia disponibilidad para ser lo más asequible posible, preferiblemente utilizando estándares abiertos.

### **Tecnología inteligente y gobernanza de datos: transparencia, equidad y ética**

Un elemento clave de cualquier sistema sociotécnico es el contexto social en el que opera, incluyendo valores y principios. Es frecuente la preocupación acerca de la protección de datos y la privacidad en el uso y desarrollo de las tecnologías inteligentes, así como las inquietudes éticas y políticas. Esto sucede dado que la tecnología se basa en grandes cantidades de datos educativos, incluidos a veces datos personales como marcadores biológicos, el reconocimiento o la expresión facial, y aquellos que requieren un seguimiento y monitorización permanente de alumnos, aulas o instituciones.

La mayoría de los países de la OCDE cuentan con una regulación de protección de datos estricta que garantiza que la información personal no se comparta con terceros, a menos que se cumplan determinadas condiciones de privacidad. Teniendo en cuenta estas medidas, el hecho de que las

cuestiones relativas a la privacidad y la protección de datos sigan figurando en los debates públicos puede apuntar a una falta de confianza en la forma en que se utilizan los datos dentro del sistema educativo y fuera de él.

Sin embargo, la protección de datos es solo uno de los apartados dentro de la gobernanza de datos. Una de las cuestiones fundamentales se centra en la relación entre los gobiernos, los titulares de los datos y el sector privado. Los debates éticos deberían basarse en aquellos aspectos que aún no están regulados en el país.

Por su parte, la regulación de los algoritmos no suele ser tan rigurosa como la de la protección de datos. Una de las principales inquietudes acerca de los algoritmos es su posible sesgo e impacto social negativo, por lo que se pide que sean transparentes y abiertos, y que se puedan explicar y cuestionar las “decisiones” automatizadas. Para evitar estos obstáculos, se han desarrollado varias directrices: la medición (recogida de datos o etiquetado), la adquisición de modelos (cuando se trata de aprendizaje automático) y la acción (cuando los algoritmos detectan, diagnostican y actúan).

En el caso de aplicaciones más avanzadas de análisis del aprendizaje basadas en un seguimiento continuo de los individuos, surge la cuestión de si las partes interesadas se sienten cómodas con algunos aspectos de las aplicaciones, aunque sean legales. Si bien el seguimiento y la compilación de datos necesarios para impulsar el análisis del aprendizaje han de cumplir con la normativa nacional de protección de datos, la disyuntiva radica en cómo hacerlos compatibles con los valores políticos del país donde se aplican.

#### **Apartado 1.4 Dos ejemplos de polémica en las calificaciones finales durante el COVID-19**

En el verano de 2020, la polémica que puede surgir en torno al uso de algoritmos en la educación se puso en el punto de mira tanto de la Organización del Bachillerato Internacional como de la Oficina de Regulación de Calificaciones y Exámenes en Inglaterra. Las medidas de aislamiento y el cierre de los centros educativos para frenar la propagación del COVID-19 condujeron a la anulación de los exámenes de fin de curso. Los resultados de estas pruebas se utilizaban para asignar las plazas de acceso a la universidad, por lo que fue necesario hallar nuevas formas de calificar a los estudiantes.

Las dos instituciones optaron por desarrollar algoritmos para estandarizar las notas a partir de los datos de las evaluaciones de los profesores, el rendimiento previo y otros factores. En el caso de la Organización del Bachillerato Internacional, se utilizaron datos de evaluación de exámenes anteriores, así como datos individuales de los colegios. En el caso de los exámenes de Inglaterra, se pidió a los profesores que proporcionaran una nota que representara la calificación que los alumnos habrían obtenido si la enseñanza no se hubiera visto interrumpida por el COVID-19.

En ambos casos, este proceso dio lugar a grandes diferencias entre las calificaciones previstas y las asignadas, lo que supuso la posible revocación de las ofertas de plazas universitarias, especialmente aquellas condicionadas por una nota determinada. Se alegó que afectaba de manera desproporcionada a los estudiantes de alto rendimiento en los colegios con bajas calificaciones, que a menudo se ubicaban en zonas desfavorecidas. Esto dio lugar a peticiones, protestas y artículos en los medios de comunicación en los que se denunciaba la falta de transparencia.

A mediados de agosto de 2020, se anunció que los resultados de ambas instituciones se ajustarían para reflejar las estimaciones de los docentes en lugar de los resultados producidos por los algoritmos, asegurando en ambos casos que los alumnos recibirían la nota más alta de los dos métodos.

Estos ejemplos ponen de manifiesto la naturaleza sociotécnica de las tecnologías inteligentes y la necesidad de que las autoridades establezcan un diálogo político con las partes interesadas para que los resultados sean aceptados por la sociedad.

### **Apartado 1.5 Dos ejemplos de polémica a la hora de aceptar las tecnologías inteligentes en centros educativos**

Los dos siguientes ejemplos de China muestran la importancia de la aceptación social, la participación de las partes interesadas y la transparencia en el despliegue digital.

En 2019, la Escuela de educación primaria Jinhua Xiaoshun probó la diadema FocusEDU. En combinación con una plataforma de software, estas diademas de seguimiento de las ondas cerebrales utilizan tecnología de electroencefalografía para medir el grado de atención de los alumnos en clase. El software FocusEDU proporcionaba a los profesores acceso en tiempo real a los niveles de atención individuales de la clase. Las autoridades locales suspendieron el proceso en octubre de 2019 por motivos de privacidad.

Otro ejemplo de monitorización de estudiantes en función de su comportamiento y emociones se puso a prueba en la Escuela de secundaria N° 11 de Hangzhou. Hikvision, un fabricante de equipos de videovigilancia con sede en Hangzhou, desarrolló cámaras equipadas con tecnología de reconocimiento facial que supervisaban el comportamiento y la expresión facial de los estudiantes bajo la denominación de “sistema de gestión del comportamiento en el aula inteligente”. A partir de estas clasificaciones se calculaba una puntuación global de atención a la que los profesores podían acceder en tiempo real a través de una pantalla. El uso de esta herramienta se suspendió en mayo de 2018 dada la preocupación de los padres.

Ambos ejemplos muestran las complicaciones que presentan ciertos aspectos de la monitorización que llevan a cabo las tecnologías inteligentes.

**Fuente:** Focus EDU (Standaert, 2019; Wang, Hong y Tai, 2019); Hikvision (Li y Jourdan, 2018; Yujie, 2019; Lee, 2018).

Otra cuestión pragmática y ética deriva del uso de la información generada por la analítica de datos sobre los docentes y el resto del equipo de enseñanza. Aunque las tecnologías inteligentes y el análisis del aprendizaje tienen el potencial de proporcionar información y apoyo al profesorado, también podrían utilizarse en su contra y provocar comportamientos sociales inadecuados.

Partiendo del hecho de que las tecnologías inteligentes se consideran sistemas sociotécnicos, su adopción y uso requiere normalmente cierto nivel de confianza y atención a sus posibles efectos adversos. El fomento de la confianza debe basarse tanto en la regulación como en el establecimiento de prácticas éticas, incluyendo diferentes mecanismos de gobernanza:

- Regulación sobre protección de datos y privacidad;
- Regulación o buenas prácticas sobre la gobernanza de datos;
- Regulación o directrices sobre la transparencia y reproducción de los algoritmos;
- Un enfoque de gestión de riesgos para la protección de datos y la supervisión de algoritmos.

### **Infraestructura y bien público**

Las tecnologías inteligentes suelen requerir una infraestructura sólida de internet, informática y datos. Los responsables de la elaboración de políticas deben pensar en la infraestructura también en términos de recursos digitales, tanto de contenidos como de herramientas, que deberían proporcionarse públicamente a ciudadanos, estudiantes e instituciones educativas, ya sea directa o indirectamente a través de subvenciones o financiación a las instituciones. Por tanto, resulta esencial definir el núcleo de los recursos digitales para todos y el contenido accesible de forma privada.

Un último aspecto de la infraestructura digital reside en las “competencias digitales” de las personas; es decir, la capacidad de utilizar los recursos informáticos como parte de su práctica profesional. A menos que estén totalmente automatizadas, las soluciones tecnológicas son meras herramientas para la enseñanza, el aprendizaje o la gestión de los sistemas educativos por parte de las personas.

Más allá de esta inversión en infraestructura digital y conectividad para todos, los gobiernos siguen teniendo varias responsabilidades respecto al sector privado:

- Garantizar que las tecnologías inteligentes financiadas o adquiridas con fondos públicos estén a disposición de los centros educativos con costes asequibles.
- Garantizar que algunas técnicas o hallazgos clave se conviertan o sigan siendo un bien público e internacional.
- Garantizar que el personal académico obtenga las oportunidades de aprendizaje necesarias para utilizar adecuadamente la tecnología y los recursos digitales.

### **Investigación y desarrollo**

Un elemento que comparten los capítulos de este informe es la cantidad insuficiente de pruebas sobre la eficacia de los distintos usos de las tecnologías inteligentes. La investigación y el desarrollo de la educación son necesarios, la justificación de nuevos enfoques es posible. Algunas aplicaciones tecnológicas se han analizado mediante diseños de investigación experimental; sin embargo, como el

desarrollo digital avanza rápidamente, las comprobaciones sobre su eficacia pueden resultar obsoletas e irrelevantes a medida que la tecnología se actualiza.

Las tecnologías inteligentes permiten un nuevo tipo de investigación, la investigación A/B, que consiste en probar dos diseños diferentes (A y B) de una misma tecnología con dos grupos distintos para identificar cuál funciona mejor.

Para profundizar en lo mencionado, los gobiernos podrían:

- Invertir en investigación educativa sobre el uso digital en entornos reales, centrándose en la pedagogía o en los procesos administrativos más que en la propia tecnología;
- Desarrollar repositorios nacionales y posiblemente internacionales sobre los diferentes tipos de uso y sectores de la digitalización pedagógica;
- Elaborar regulaciones comunes sobre la correcta investigación y desarrollo teniendo en cuenta las especificidades del campo.

## Observaciones finales

Algunos tipos de tecnología inteligente pueden transformar la enseñanza, cambiando el funcionamiento de los sistemas y centros educativos en el futuro. Algunas de estas herramientas están relacionadas con la personalización del aprendizaje (sistemas de tutoría inteligente), la motivación y compromiso del alumnado, el beneficio de los estudiantes con necesidades especiales, y el apoyo al profesorado. Ciertas posibilidades se centran en la mejora de la eficacia pedagógica, el aumento de la equidad y una mayor eficiencia de los costes mediante la automatización.

En cuanto a los escenarios de digitalización, existen varias posibilidades. Uno de ellos se basa en un cambio mínimo de la enseñanza que siga adoptando la tecnología y los recursos digitales. Un segundo supuesto se centra en que la educación cambie pero que mantenga una apariencia similar a la actual. Un tercer escenario ofrece una pedagogía que aproveche las tecnologías inteligentes y otras tendencias sociales relacionadas con la digitalización para reconvertirse como institución social. Por supuesto, si bien el futuro podría deparar supuestos completamente diferentes o alguna combinación de los mismos, ahora es el momento de valorar lo que resulta factible y las posibilidades de mejora.

## CAPÍTULO 2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: COMBINACIÓN DE TODOS LOS ASPECTOS

Ryan S. Baker

Universidad de Pensilvania, Estados Unidos

Este capítulo ofrece una panorámica de las tecnologías actuales, sus aplicaciones principales y su potencial en el futuro.

## Introducción

Durante décadas, se ha considerado que los ordenadores tienen el potencial de revolucionar la educación. Los avances de la inteligencia artificial en los años 80, 90 y la primera década del nuevo milenio han supuesto nuevas posibilidades en diferentes áreas de las tecnologías de aprendizaje. A medida que la digitalización se desarrolla, merece la pena preguntarse hacia dónde vamos y hacia dónde dirigimos. Si somos capaces de entender los límites y el potencial de la inteligencia artificial en la enseñanza, se podrán diseñar políticas para configurar la investigación y el desarrollo a lo largo de la próxima década.

## Tecnologías educativas inteligentes: Definiciones y contexto

### **Tecnología educativa**

La tecnología educativa hace referencia al uso de cualquier tipo de tecnología en la enseñanza, y abarca una amplia gama de categorías.

A continuación se muestran algunos ejemplos:

- *Los sistemas de tutoría inteligente* proporcionan a los estudiantes una experiencia pedagógica adaptada según ciertos modelos y la evaluación continua del estudiante.
- *La gamificación del aprendizaje* integra la didáctica en una actividad que se asemeja a un juego.
- *Las simulaciones* son imitaciones informáticas de un proceso o actividad que sería difícil o costoso realizar en el mundo real como actividad educativa.
- *Los sistemas de realidad virtual* muestran a los alumnos representaciones 3D de actividades del mundo real.
- *Los robots educativos* tienen presencia física e interactúan con los estudiantes en actividades del mundo real para apoyar su aprendizaje.
- *Los Cursos Masivos Abiertos en Red (MOOC)* ofrecen una experiencia de aprendizaje básica que suele consistir en vídeos y pruebas.

### **Datos pedagógicos**

La acumulación de grandes cantidades de información nos permite razonar sobre las conexiones que se representan. Hoy en día, los datos del sector educativo se reúnen a mayor escala, cada fuente de datos puede utilizarse para mejorar la calidad de la enseñanza. De esta forma, se favorece tanto la inteligencia artificial/aprendizaje automático como el perfeccionamiento de los contenidos y las experiencias de aprendizaje por parte del ser humano.

### **Inteligencia artificial y aprendizaje automático**

La inteligencia artificial se define como la capacidad de los ordenadores para realizar tareas que tradicionalmente han realizado las personas o, más recientemente, labores que superan la capacidad de la inteligencia humana. El aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial donde un sistema localiza patrones a partir de datos. Por tanto, su eficacia aumenta cuantos más datos se dispongan.

### **La inteligencia artificial en la educación**

La inteligencia artificial en la educación surgió como sector interdisciplinar a principios de la década de 1980, con una conferencia bianual (ahora anual) y una publicación revisada por pares. Gran parte de los primeros trabajos sobre inteligencia artificial en la enseñanza estaban relacionados con sistemas de tutoría inteligente, pero a lo largo de los años el ámbito se ha ampliado para incluir todos los tipos de sistemas/interacciones educativas definidos anteriormente.

### **Análisis del aprendizaje**

El sector del análisis del aprendizaje surgió en el año 2008 con dos grandes conferencias internacionales y publicaciones revisadas por pares. Su objetivo reside en utilizar datos pedagógicos para comprender mejor y realizar deducciones sobre los alumnos y los contextos en los que aprenden.

Los sistemas de apoyo a las decisiones comunican información a las partes interesadas de manera que respaldan la toma de decisiones. Aunque pueden proporcionar datos sin procesar, a menudo facilitan información detallada a través de modelos de aprendizaje automático, predicciones o recomendaciones. Los sistemas de aprendizaje personalizado y los sistemas de análisis predictivo suelen utilizar paneles para comunicar información a los profesores, asesores académicos y directores de los centros.

## **Los usos de la inteligencia artificial en las aulas y los sistemas educativos**

Este documento se centra en dos áreas clave: 1) Nuevas tecnologías y enfoques educativos en el aula, y 2) Nuevas tecnologías y enfoques educativos en los sistemas pedagógicos. Esta tecnología implica a menudo, aunque no siempre, la inteligencia artificial.

### **Nuevas tecnologías y enfoques educativos en el aula**

A medida que se facilita el acceso de las tecnologías educativas informatizadas, también se comprende que la tecnología no se limita a aumentar la comodidad del profesorado o a proporcionar una actividad alternativa que resulte divertida para el estudiantado, sino que puede promover nuevos métodos pedagógicos.

*Aprendizaje personalizado.* La personalización del aprendizaje, en cierto sentido, ha estado disponible desde la primera vez que se utilizó la tutoría individual, hace miles de años. Sin embargo, con el aumento de la escolarización y la enseñanza sistematizada y estandarizada hace más de cien años, se entendió que un único plan de estudios no satisface todas las necesidades de aprendizaje. La eficacia de las tecnologías personalizadas comenzó por centrarse en el estado de aprendizaje del alumno, para continuar



con la capacidad del individuo para tomar buenas decisiones que mejoren los resultados y la eficiencia. Actualmente, se identifica y adapta también el compromiso, el afecto y la emoción de los estudiantes.

*Nuevas pedagogías.* También han surgido nuevas pedagogías y prácticas docentes que permiten a los profesores apoyar a sus alumnos o proporcionarles experiencias de una forma que, en general, no era posible antes de que se desarrollara la tecnología. Quizás el mayor cambio se ha producido en la información disponible para el profesorado, que ahora es capaz de consultar datos sobre el rendimiento y el aprendizaje de sus alumnos. Esto supone un cambio importante en el uso de los deberes, ya que actualmente los docentes pueden identificar en tiempo real qué alumnos presentan dificultades y en qué contenido se han esforzado antes incluso de que empiece la clase.

Los sistemas de evaluación formativa, que cada vez se utilizan más cuando los alumnos tienen exámenes de fin de curso, presentan usos similares.

### **Apartado 2.1 Sistemas de evaluación formativa**

Los sistemas de evaluación formativa se utilizan cada vez más en la educación de nivel K-12 en el contexto global. Los sistemas más utilizados, como el NWEA MAP (Finnerty, 2018), presentan elementos de opción múltiple y miden las competencias en matemáticas y artes del lenguaje.

Los datos de los sistemas de evaluación formativa pueden utilizarse con plataformas diseñadas para proporcionar listas de recursos complementarios para habilidades, conceptos y temas específicos.

Una de las inquietudes que suscitan estos sistemas de evaluación es que el tiempo que se dedica a utilizarlos es tiempo que no se dedica al aprendizaje, lo que podría resultar en una pérdida de tiempo de enseñanza. Por esta razón, ha habido cierta tendencia a integrar la evaluación formativa en el aprendizaje personalizado.

Además de proporcionar mejores datos, es posible utilizar la informática para ofrecer a los estudiantes experiencias tales como el uso de simulaciones y juegos en clase, que ayuda a que los alumnos entiendan sistemas complejos.

*Equidad.* Las nuevas tecnologías educativas suelen diseñarse con el objetivo de mejorar las experiencias y los resultados de estudiantado y profesorado. No obstante, no siempre se tiene en cuenta todo el espectro de alumnos. A menudo, los sistemas los diseñan individuos de grupos demográficos específicos pensando en los miembros de sus propios sectores, pudiendo inducir a una menor eficacia educativa para los integrantes de otros grupos.

### **Nuevas tecnologías y enfoques educativos en los sistemas pedagógicos**

Los beneficios de la tecnología educativa actual van más allá del apoyo a la enseñanza y el aprendizaje, puesto que existen otras vías en las que se beneficia a los estudiantes y a los centros educativos que los respaldan a lo largo de su trayecto.

*Sistemas de alerta temprana.* Estos sistemas intentan predecir con antelación qué estudiantes corren el riesgo de obtener resultados negativos. Las predicciones suelen ir acompañadas de información sobre los motivos por los que se cree que un alumno puede tener dicho resultado.

*Informes para los padres.* Muchos centros educativos, distritos escolares y otros organismos de enseñanza local proporcionan informes a los padres sobre el progreso de sus alumnos. Hoy en día, estos documentos proporcionan una gran cantidad de datos.

## **Apartado 2.2 Informes para los padres**

Los padres cada vez reciben más informes sobre el aprendizaje y la participación de sus hijos los centros educativos. Esta información varía considerablemente según la información que se proporciona, ya que puede ir desde un nivel a gran escala (un alumno corre el riesgo de abandonar la escuela), a media escala (un estudiante ha faltado a clase siete veces) y a pequeña escala (un alumno obtiene una calificación baja y se explica en qué se ha equivocado).

Estos informes se proporcionan en formatos variados: mediante cartas, mensajes de texto, llamadas telefónicas y portales web que los padres pueden consultar. Cuando se diseñan con eficacia, los informes pueden alcanzar un impacto positivo en el compromiso de los padres y los resultados de los alumnos.

*Admisión y asignación de centros.* Los algoritmos se utilizan para distribuir los recursos según los valores institucionales, ya sea en términos de equidad o selección.

*Sistemas de verificación.* El cierre intermitente de centros educativos en casi todo el mundo debido a la pandemia del COVID-19 ha suscitado la preocupación por la seguridad en los exámenes, causando la expansión de los sistemas de verificación. A modo de ejemplo, los estudiantes pueden mostrar su documento de identidad al comienzo del examen y mantener su cámara web encendida mientras lo realizan, mientras que un supervisor observa las transmisiones de las cámaras web.

*Avances en la acreditación.* Quizás el progreso más destacado en el ámbito de la acreditación es el uso pedagógico del blockchain, puesto que ofrece un método fiable para reducir la falsificación de las credenciales y agiliza el proceso de validación.

*Sistemas de gestión de las relaciones con los clientes.* Estos sistemas realizan un seguimiento de las interacciones de los individuos con una institución educativa a lo largo del tiempo, midiendo con quién y de qué forma se actúa.

*Asignación y planificación de recursos.* Cada vez más distritos escolares y organismos educativos locales utilizan sistemas algorítmicos para estimar sus necesidades futuras de equipamiento, personal y otros recursos.

## Potencial

En los últimos años, la inteligencia artificial ha surgido y se ha expandido como una herramienta potente de mejora de la educación. El presente documento analiza sus múltiples aplicaciones y usos pedagógicos. Si somos capaces de desarrollar un ecosistema en el que diversas tecnologías de inteligencia artificial se coordinen entre sí y comuniquen información al profesorado, podremos mejorar sustancialmente los resultados de los estudiantes. Así, la escuela del futuro puede avanzar hacia una experiencia de aprendizaje integrada para los alumnos. En última instancia, el éxito de esta visión también requiere la reconfiguración de varios sistemas (diseño de plataformas, prácticas escolares, desarrollo profesional de los docentes) para dar cabida a las oportunidades que brinda la digitalización.

Una de las principales razones por las que la información se integra a través de la tecnología podría situarse en el creciente interés de los profesores por los datos de alta calidad y los informes sobre el rendimiento y el progreso de los estudiantes. Si bien esta tendencia ya se estaba desarrollando antes del año 2020, durante la pandemia del COVID-19 se ha ido ampliando con el cambio hacia el aprendizaje en casa.

De hecho, las transformaciones de la práctica educativa de los próximos 20 años estarán condicionada en gran medida por la mayor aceptación de la inteligencia artificial. Para que este cambio alcance todo su potencial, tendrá que ser impulsado no solo por la tecnología y la investigación, sino mediante la colaboración plena con el equipo docente, los directores de los centros educativos y los propios alumnos. La puesta en marcha de las políticas adecuadas puede crear un futuro que coincida y supere la visión optimista de este informe (OCDE, 2021).