



**Rasikh Tariq** (Autor de correspondencia)

*Tecnologico de Monterrey, Institute for the Future of Education*

rasikh tariq@tec.mx

ORCID: 0000-0002-3310-432X

**María Soledad Ramírez-Montoya**

*Tecnologico de Monterrey, Institute for the Future of Education*

solramirez@tec.mx

ORCID: 0000-0002-1274-706X

## Tecnología educativa impulsada por internet de las cosas: hacia el pensamiento complejo y aprendizaje personalizado

*Internet of Things driven educational technology: towards complex thinking and personalized learning*

**Palabras clave:** educación superior, innovación, pensamiento, ciberfísicos, tecnología.

### Resumen

La revolución de la Industria 4.0 ha introducido nuevos desafíos en los sistemas ciberfísicos, impulsando la tecnología del internet de las cosas (IoT). Junto a la educación, aporta una nueva perspectiva a la tecnología educativa. El objetivo de este trabajo es demostrar tres ejes diferentes de su utilización: el primero destaca su papel en el ámbito educativo; el segundo se centra en la personalización de la educación mediante datos en tiempo real; y el tercero aborda el pensamiento complejo, fundamental en la nueva revolución industrial. Esto se logra mediante la aplicación de una revisión sistemática de la literatura, utilizando el marco PRISMA para identificar el grupo de artículos centrados en los tres ejes. Además, se presentan ejemplos de cómo el IoT puede mejorar el pensamiento complejo y la personalización en la educación. En conclusión, su integración en ella no solo moderniza los métodos de enseñanza, también promueve habilidades analíticas avanzadas. [Versión en lengua de señas mexicana](#)

**Keywords:** *higher education, innovation, thinking, Complex thinking, Cyberphysical, technology.*

## Abstract

*The industry 4.0 revolution has introduced new challenges in cyber-physical systems, driving the Internet of Things Technology (IoT). Along with education, it brings a new perspective to educational technology. The aim of this work is to demonstrate three different axes of its use: the first highlights its role in the educational field; the second focuses on the personalization of education through real-time data; and the third addresses complex thinking, fundamental in the new industrial revolution. This is achieved by applying a systematic review of the literature, using the PRISMA framework to identify the group of articles focused on the three axes. Additionally, examples of how IoT can improve complex thinking and personalization in education are presented. In conclusion, its integration into it not only modernizes teaching methods but also promotes advanced analytical skills.*

## Introducción

En la era de la Industria 4.0, caracterizada por la integración revolucionaria de tecnologías digitales y sistemas ciberfísicos, el internet de las cosas (IoT) emerge como una fuerza transformadora. Estos sistemas están integrados para combinar componentes computacionales y físicos, creando una conexión entre los mundos digital y físico. Además, emplean tecnologías avanzadas de cómputo, comunicación y control para monitorear y gestionar eventos y procesos en tiempo real. En un sistema ciberfísico, la interacción entre el componente cibernético (*software*, algoritmos, procesamiento de datos) y el componente físico (sensores, actuadores, procesos físicos) es fundamental. Estos sistemas se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde la industria manufacturera y la automatización hasta la salud, la energía, el transporte, la educación y más. El IoT describe dispositivos con sensores, capacidad de procesamiento, *software* y otras tecnologías que se conectan e intercambian datos con otros dispositivos y sistemas a través de internet u otras redes de comunicación. En este sentido, abarca áreas como ingeniería electrónica, comunicación e informática. Se proyectaba que para 2020 habría unos 20.4 mil millones de dispositivos conectados (Kassab et al., 2020). Investigadores como Moreira et al., (2018) ofrecieron una visión general del potencial y desafíos de implementar IoT en la educación, destacando la necesidad de progresar en la educación. Dado que tiene

aplicaciones en diversos campos, su impacto potencial en la educación es cada vez más reconocido (Bresnahan et al., 2022; Qureshi et al., 2021; Wang et al., 2021). Por ello, escuelas e instituciones consideran integrar el IoT en actividades educativas, aprovechando su ampliación.

El IoT rompe la barrera entre los mundos cibernético y físico, ofreciendo numerosas posibilidades para el sector educativo, incluidos enfoques innovadores para el aprendizaje. Por ejemplo, Alrashidi (2023) explora la integración del IoT y la realidad aumentada para respaldar el aprendizaje de personas sordas, enfatizando la experimentación, adaptación y exploración sin restricciones temporales o espaciales. Por otro lado, Byrne et al. (2017) emplean un modelo de aprendizaje constructivista del siglo XXI en un hackatón para motivar a estudiantes preuniversitarios hacia carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, específicamente en informática, revelando un aumento en la motivación y autoeficacia en contextos tecnológicos emergentes, como IoT y dispositivos portátiles. Liu et al. (2021) diseñan una arquitectura de aula inteligente basada en la tecnología IoT para mejorar la inteligencia del entorno de enseñanza, destacando el control efectivo del uso del aula y la practicidad. Además, Prakash et al. (2021) presentan una metodología para transformar un laboratorio de automatización tradicional en uno habilitado para IoT con operación remota, mostrando la implementación de una nueva plataforma de aprendizaje para laboratorios hidráulicos. En conclusión, estos artículos subrayan colectivamente el potencial transformador del IoT en la educación, ofreciendo soluciones para diversas necesidades de aprendizaje, desde la educación de personas sordas hasta fomentar el interés en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) y avanzar en metodologías de aprendizaje prácticas.

El impacto del IoT en la educación es significativo, como lo demuestran diversos estudios que exploran su potencial. Por lo tanto, Gómez et al. (2013) proponen un sistema de interacción basado en IoT para mejorar los espacios de aprendizaje, demostrando una mejora en los resultados de los estudiantes. Asimismo, Konstantinidis (2021) aborda el papel de IoT en la educación en el ámbito de la salud, enfatizando el aprendizaje pervasivo y contextual. Por su parte, Terzieva et al. (2022) se centran en su papel para lograr entornos inteligentes, especialmente en escuelas y educación inteligente, presentando implementaciones prácticas con resultados experimentales satisfactorios. Ramlowat y Pattanayak (2019) revisan la evolución de la comunicación entre humanos, destacando el impacto del IoT en la educación en diversos campos. Al-Emran et al. (2020) realizan una encuesta que destaca sus aplicaciones en la educación, delineando oportunidades y desafíos. En conclusión, estos estudios

subrayan colectivamente el potencial transformador del IoT para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en diversos contextos educativos.

Su uso es una tendencia tecnológica emergente en la educación, adoptada en el ámbito global con la finalidad de preparar a la próxima generación para los requisitos de la Industria 5.0. Es esencial que las instituciones educativas mexicanas desarrollen políticas y una ruta para implementar el IoT en el ámbito educativo. Con esta motivación, el objetivo de este artículo es proporcionar una perspectiva integral sobre el uso del internet de las cosas en la educación, centrándose en tres aspectos principales: sus diversas aplicaciones en el ámbito educativo, la personalización educativa a través de este y su contribución en el desarrollo del pensamiento complejo en los estudiantes. Por lo tanto, centrándonos en estas tres perspectivas, las preguntas de investigación para este artículo son las siguientes:

1. ¿Cuál es el impacto del IoT en diversas áreas de la educación y su contribución en la transformación de aulas, seguridad en campus, gestión de recursos y experiencias específicas, como educación especial y bellas artes?
2. ¿Cómo la recopilación en tiempo real y análisis de datos a través del IoT facilita la personalización educativa, permitiendo adaptar la enseñanza según las necesidades individuales de los estudiantes en diferentes niveles académicos y disciplinas?
3. ¿Cuáles son los usos prácticos del IoT para fomentar el pensamiento complejo en la educación, y con ejemplos concretos, desde la recopilación de datos hasta proyectos colaborativos, cómo contribuyen al desarrollo de habilidades analíticas avanzadas en los estudiantes?

## Desarrollo

El método de este artículo está dividido en un procedimiento paso a paso que se resume en la Figura 1.

### *Etapa 1: Recopilación de datos y búsqueda en bases de datos*

En este trabajo se empleó un enfoque metodológico basado en una revisión sistemática de la literatura utilizando el método PRISMA (Castillo-Martínez y Ramírez-Montoya, 2021; Farias-Gaytan et al., 2023; García-Ruiz et al., 2023; Montes-Martínez y Ramírez-Montoya, 2020; Rajšp y Fister, 2020). Se recopiló información de las bases de datos Scopus y Web of Science mediante las palabras en inglés "Internet of Things" o "IOT" y

"Education", con un filtro entre los años 2017 y 2024; esto arrojó 837 artículos de Web of Science y 1683 artículos de Scopus.

#### *Etapa 2: Filtración de datos*

Estos artículos se combinaron, eliminaron los duplicados y excluyeron aquellos que no estaban relacionados con el IoT y la educación. La lista también se revisó para eliminar los artículos que no tenían acceso a través de modelos de suscripción o acceso abierto. Finalmente, se realizó una revisión de cada uno, analizando sus resúmenes y textos completos. Los artículos de revisión también se eliminaron para centrarse en los de investigación originales, dejando un total de 161. Esta base de datos se puede encontrar en <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.24272554.v1>

#### *Etapa 3: Agrupación y etiquetado*

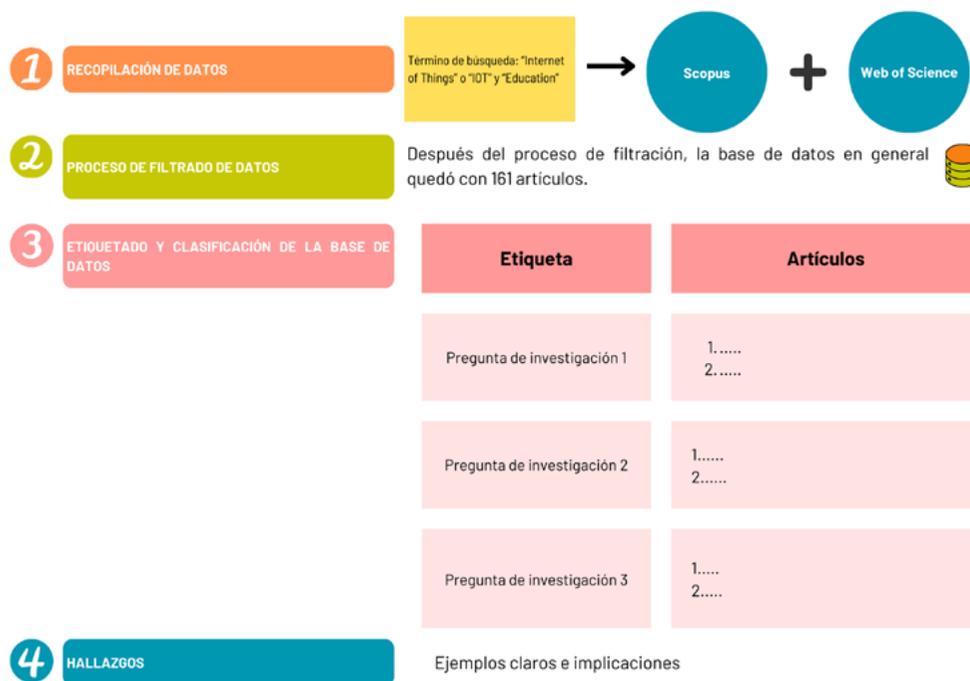
Considerando el alcance de este trabajo, cada artículo se etiquetó dividiendo los originales de investigación en tres partes. La primera se asignó a los que presentaban al menos una aplicación diferente del IoT en la educación correspondiente a la primera pregunta de investigación. La segunda se estipuló a todos los artículos que podían mejorar la personalización en la educación mediante datos en tiempo real de IoT correspondiente la segunda pregunta de investigación. La última se aplicó a todos los artículos que desarrollaban el pensamiento complejo, a través de ejemplos prácticos correspondiente a la última pregunta de investigación.

#### *Etapa 4: Análisis de artículos*

El conocimiento de cada uno de los tres grupos se recopiló para presentar ejemplos resumidos en cada subsección de la sección de resultados. Una parte resumida de este método también se muestra en la Figura 1. Se realizó una revisión de cada artículo, analizando sus resúmenes y textos completos. Los artículos de revisión también se eliminaron para centrarse en los de investigación originales, dejando un total de 161 artículos.

En resumen, en este trabajo destaca la integración del IoT en la educación, centrándose en tres áreas clave. Explora su uso en personalizar la enseñanza mediante la recopilación de datos en tiempo real y promover el pensamiento complejo al desafiar a los estudiantes con proyectos interconectados y herramientas analíticas avanzadas. A continuación, se profundiza en los tres ejes fundamentales mencionados anteriormente.

Figura 1. Esquema general del método



Fuente: Elaboración propia.

## Resultados

La sección de resultados está dividida en tres partes, donde cada subsección profundiza más sobre las tres preguntas de investigación.

### *El papel del internet de las cosas (IoT) en diferentes ámbitos de la educación*

La integración del IoT en la educación ha transformado la forma en que aprendemos y enseñamos. Posibilita aulas inteligentes, personaliza el aprendizaje, garantiza la accesibilidad en línea, mejora la seguridad en los campus, gestiona eficientemente los recursos, monitorea el bienestar estudiantil y enriquece experiencias específicas (como la educación especial, la física y las bellas artes). A continuación, se explora cada área clave donde podría ser fundamental para la educación (Figura 2).

Figura 2. El impacto transformador del IoT en diversos aspectos de la educación



Fuente: Elaboración propia.

1. **Aulas inteligentes:** El IoT ha revolucionado las aulas al transformarlas en aulas inteligentes. Están equipadas con sensores que controlan factores como la iluminación, la temperatura y la calidad del aire en tiempo real. Los datos recopilados por estos sensores permiten que el entorno se adapte automáticamente para optimizar la concentración y el confort de los estudiantes. Por ejemplo, las luces se pueden ajustar según la luz natural, lo que no solo ahorra energía, sino que también crea un ambiente más natural y cómodo para el aprendizaje. La temperatura se mantiene a un nivel óptimo, lo que ha demostrado aumentar la productividad y la retención de información. Esto, en conjunto, crea un ambiente propicio para la educación, donde los estudiantes pueden enfocarse en el aprendizaje sin distracciones.
2. **Personalización del aprendizaje:** El IoT permite la recopilación de datos sobre el desempeño de los estudiantes en tiempo real, que son utilizados para adaptar la enseñanza a las necesidades individuales de cada estudiante. Por ejemplo, si un estudiante muestra dificultades en un tema específico, el sistema de IoT puede

proporcionar recursos personalizados para ayudar a superar esas dificultades. Los educadores pueden acceder a análisis detallados sobre el progreso de sus estudiantes, lo que les permite ajustar su enfoque de enseñanza para abordar las áreas en las que los estudiantes necesitan más apoyo.

3. **Accesibilidad y aprendizaje en línea:** El aprendizaje en línea se ha vuelto omnipresente y el IoT ha desempeñado un papel importante en su éxito. Los dispositivos conectados permiten a los estudiantes acceder a plataformas de aprendizaje en línea desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esto ha roto las barreras geográficas y hecho que la educación sea más inclusiva y accesible para aquellos que no pueden asistir a clases de manera física. Los estudiantes pueden participar en discusiones en tiempo real, colaborar en proyectos y acceder a recursos educativos desde sus dispositivos, lo que les brinda flexibilidad y la oportunidad de adaptar su aprendizaje a sus horarios y preferencias individuales. Esto también ha llevado a la creación de comunidades de aprendizaje en línea, donde los estudiantes pueden conectarse con otros en todo el mundo.
4. **Seguridad en las escuelas y campus universitarios:** Los sistemas de seguridad basados en IoT pueden detectar amenazas en tiempo real, como incendios, intrusiones y otros eventos de emergencia. Esto crea un entorno más seguro para los estudiantes y el personal educativo, lo que es esencial para un entorno de aprendizaje efectivo. Además, los sistemas de seguridad conectados pueden proporcionar notificaciones automáticas a las autoridades en caso de una emergencia, permitiendo una respuesta más rápida y efectiva. También, la videovigilancia y los sistemas de control de acceso basados en IoT contribuyen a prevenir incidentes de seguridad y proteger las instalaciones educativas.
5. **Gestión de recursos:** El IoT también se utiliza en la gestión de recursos en instituciones educativas. Por ejemplo, puede controlar y optimizar el uso de energía en edificios escolares, reduciendo costos y el impacto ambiental. Los sensores y dispositivos conectados pueden monitorear el consumo de energía y ajustar la iluminación, la calefacción y la refrigeración de acuerdo con la ocupación y las condiciones ambientales. Esto no solo reduce los costos operativos, también contribuye a la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental de las instituciones educativas. La gestión eficiente de recursos a través del IoT libera recursos financieros que pueden reinvertirse en la mejora de la calidad educativa.
6. **Monitoreo del bienestar:** En el contexto de la educación superior, el IoT juega un papel crucial en el monitoreo del bienestar de los estudiantes. Por ejemplo, las

universidades pueden utilizar dispositivos IoT para rastrear la calidad del aire en los dormitorios y ajustarla automáticamente para mejorar la salud respiratoria de los estudiantes. Además, los dispositivos portátiles conectados, como relojes inteligentes, pueden seguir de cerca la actividad física de los estudiantes y sus patrones de sueño, proporcionando retroalimentación para promover hábitos saludables.

7. **Educación especial:** En el nivel de la educación superior, la implementación de IoT en la educación especial se traduce en soluciones tecnológicas personalizadas para satisfacer las necesidades de los estudiantes especiales. Por ejemplo, las universidades pueden utilizar dispositivos IoT para crear entornos inteligentes en los dormitorios, donde las luces, cortinas y equipos de entretenimiento se controlen mediante comandos de voz o aplicaciones móviles, permitiendo a estudiantes con discapacidades de movilidad un mayor grado de independencia. Además, los sensores de IoT pueden monitorear la calidad del aire y la temperatura, enviando alertas a los estudiantes con condiciones de salud sensibles. La accesibilidad también se mejora con sistemas de comunicación basados en IoT que permiten a los estudiantes con discapacidades visuales interactuar con entornos virtuales de aprendizaje de manera más efectiva.
8. **Educación física:** La implementación de IoT en la educación física en el nivel superior se centra en el monitoreo de la actividad física y la salud de los estudiantes de manera más precisa y personalizada. Por ejemplo, se pueden utilizar dispositivos portátiles conectados para rastrear el rendimiento físico de los estudiantes durante las clases de educación física. Los datos recopilados, como el ritmo cardíaco y el gasto calórico, pueden ayudar a los instructores a adaptar los programas de ejercicio para satisfacer las necesidades individuales de los alumnos. Además, los dispositivos IoT les permiten seguir su progreso y establecer metas de acondicionamiento físico a largo plazo, fomentando una vida activa y saludable.
9. **Bellas artes:** En el campo de las bellas artes en el nivel superior, la implementación de IoT puede enriquecer la experiencia artística de los estudiantes. Por ejemplo, se pueden utilizar sensores de IoT en estudios de arte para capturar datos sobre su proceso creativo, desde la elección de colores hasta el movimiento del pincel. Estos datos pueden servir como base para el análisis y la retroalimentación, ayudando a los alumnos a perfeccionar sus técnicas artísticas. Además, la tecnología IoT puede habilitar instalaciones artísticas interactivas, donde las obras de arte pueden responder a la interacción

del espectador a través de sensores y dispositivos conectados, lo que brinda a los estudiantes y la comunidad la oportunidad de participar en experiencias artísticas innovadoras.

El IoT ha transformado la educación, mejorando aulas, personalizando el aprendizaje y facilitando el acceso en línea. Además, ha fortalecido la seguridad y la gestión de recursos, impactando positivamente en el bienestar estudiantil, educación especial y educación física. Este avance promete seguir modelando el futuro de la enseñanza y el aprendizaje.

### *Personalización educativa mediante la recopilación en tiempo real de datos IoT*

La recopilación de datos en tiempo real a través del IoT ofrece oportunidades significativas para personalizar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y satisfacer sus necesidades individuales de manera más efectiva. A continuación, como se ilustra en la Figura 3, se explican diversas formas en las que estos datos pueden utilizarse para alcanzar este objetivo.

Figura 3. Variedades de personalización educativa mediante datos en tiempo real proporcionados por IoT



Fuente: Elaboración propia.

1. **Seguimiento del progreso individual:** Los dispositivos IoT tienen la capacidad de recopilar datos en tiempo real sobre el progreso de cada estudiante. Esto incluye información detallada sobre su desempeño en las asignaturas, la velocidad a la que completan las tareas y las áreas específicas en las que pueden necesitar asistencia adicional. Al tener acceso a esta información, los educadores pueden adaptar el plan de estudios para satisfacer las necesidades individuales de cada estudiante. Por ejemplo, si un estudiante está avanzando rápidamente en un tema, los educadores pueden proporcionar tareas más desafiantes. Si otro estudiante está luchando en un área particular, los educadores pueden ofrecer recursos adicionales y apoyo personalizado. Esto garantiza que ningún estudiante se quede atrás y que todos tengan la oportunidad de avanzar a su propio ritmo.
2. **Recomendaciones personalizadas:** El uso de algoritmos de aprendizaje automático en los datos recopilados por dispositivos IoT puede generar recomendaciones altamente personalizadas de contenido y recursos para cada estudiante. Esto va más allá de la educación estándar, permitiendo que la tecnología identifique las fortalezas y debilidades individuales de los estudiantes, así como sus preferencias de aprendizaje. Por ejemplo, un sistema podría sugerir módulos de aprendizaje adicionales o actividades específicas basadas en su desempeño y preferencias. Esto no solo ahorra tiempo a los educadores al proporcionar sugerencias precisas de recursos, también maximiza la efectividad del aprendizaje al adaptarse a las necesidades y estilos de aprendizaje de cada alumno.
3. **Intervenciones tempranas:** El IoT tiene la capacidad de identificar signos tempranos de dificultades de aprendizaje o desinterés en tiempo real. Los dispositivos pueden detectar patrones de comportamiento y rendimiento que indican cuando un estudiante puede estar luchando en una asignatura o ha perdido interés en el aprendizaje. Cuando se detectan estos signos, los profesores pueden recibir alertas automáticas, permitiéndoles intervenir antes de que el problema se agrave. Por ejemplo, si un estudiante muestra un descenso en su participación o rendimiento en matemáticas, el profesor puede programar una reunión para brindar apoyo adicional y encontrar soluciones antes de que la brecha de conocimiento se haga demasiado grande.
4. **Ambientes de aprendizaje personalizados:** El IoT no se limita a la recopilación de datos académicos, también puede ajustar automáticamente el entorno físico de aprendizaje para crear un ambiente más cómodo y propicio. Por ejemplo, puede

controlar la iluminación y la temperatura en el aula según las preferencias de los estudiantes. Si un estudiante se siente más cómodo y enfocado en una sala más cálida o fría, el sistema puede ajustar la temperatura en consecuencia. Esto crea un ambiente de aprendizaje que es más propicio para la concentración y el bienestar, mejorando la calidad de su experiencia educativa.

5. **Horarios de clase flexibles:** Los datos de los dispositivos IoT permiten programar clases y actividades en momentos óptimos para el rendimiento individual del estudiante. Es decir, los horarios flexibles consideran preferencias de ritmo y energía. Por ejemplo, si un estudiante es más productivo por la tarde, el sistema programa clases desafiantes en ese momento, optimizando el aprendizaje y garantizando su mejor rendimiento en actividades educativas clave.
6. **Participación activa y retroalimentación en tiempo real:** Los dispositivos IoT pueden rastrear la participación de los estudiantes en el aula y recopilar datos sobre sus preguntas y respuestas. Esto permite a los profesores ajustar sus métodos de enseñanza en tiempo real. Por ejemplo, si un estudiante realiza una pregunta importante, el profesor puede profundizar en ese tema de manera más específica, adaptando la lección a las necesidades inmediatas de la clase. Además, los estudiantes pueden recibir retroalimentación instantánea sobre sus contribuciones, lo que les ayuda a comprender mejor los conceptos y ajustar sus enfoques de estudio.
7. **Apoyo en tiempo real para necesidades especiales:** Los dispositivos IoT pueden ajustar la presentación de información, proporcionar herramientas de apoyo específicas y ofrecer retroalimentación personalizada para ayudar a estos estudiantes a tener éxito. Por ejemplo, un estudiante con dislexia puede recibir documentos de texto en un formato que le resulte más fácil de leer, mientras que un estudiante con problemas de audición puede recibir transcripciones en tiempo real. Esto garantiza que todos los estudiantes tengan igualdad de oportunidades para participar y tener éxito en el aprendizaje.
8. **Fomentar la autonomía del estudiante:** Los datos recopilados por dispositivos IoT pueden ayudar a los estudiantes a comprender mejor sus propios patrones de aprendizaje y motivación. Al analizar sus propios datos de rendimiento y participación, los estudiantes pueden tomar decisiones informadas sobre cómo abordar su proceso de aprendizaje. Esto fomenta la responsabilidad y la autonomía, pues los estudiantes son más conscientes de sus propias necesidades y pueden adaptar sus enfoques de estudio de acuerdo con ellas. Se convierten en participantes activos en su proceso educativo, fundamental para el desarrollo de habilidades de autorregulación.

9. **Aprendizaje adaptativo:** El aprendizaje adaptativo es un enfoque en el que el contenido y la dificultad de las actividades se ajustan automáticamente a las necesidades y el progreso de cada estudiante. Los datos recopilados en tiempo real son fundamentales para este enfoque. Por ejemplo, si un estudiante demuestra un dominio sólido de un tema, el sistema puede avanzar a conceptos más avanzados, proporcionando un desafío continuo. Por otro lado, si a uno le cuesta más trabajo cierta área, el sistema puede proporcionar material de apoyo específico y práctica adicional para fortalecer las habilidades. El aprendizaje adaptativo garantiza que cada uno avance a su propio ritmo y se enfrente a desafíos que son adecuados para su nivel de habilidad actual.

En síntesis, el seguimiento del progreso, recomendaciones personalizadas, intervenciones tempranas, ambientes de aprendizaje personalizados, horarios flexibles, participación activa y retroalimentación en tiempo real, evaluación continua, apoyo para necesidades especiales, autonomía estudiantil y aprendizaje adaptativo son formas en que los dispositivos IoT personalizan la experiencia de aprendizaje. La recopilación y análisis eficientes de datos en tiempo real permiten decisiones informadas, mejorando la calidad educativa y el rendimiento estudiantil.

*Usos prácticos del IOT para desarrollar el pensamiento complejo en la educación: ejemplos claros*

En educación, el IoT ofrece aplicaciones prácticas que fomentan el pensamiento complejo. La Figura 4 presenta escenarios diversos que amplían la comprensión y promueven habilidades analíticas esenciales. Desde la recopilación de datos en entornos naturales hasta la resolución de problemas en proyectos colaborativos, el IoT se convierte en un valioso aliado educativo. A continuación, se detallan ejemplos que ilustran cómo esta tecnología moldea la educación y prepara a las futuras generaciones para enfrentar desafíos del mundo real.

Figura 4. Escenarios diversos para promover el pensamiento complejo con IoT en la educación



Fuente: Elaboración propia.

- 1. Recopilación de datos multidimensionales:** El IoT permite la recopilación de datos en tiempo real a partir de una variedad de sensores y dispositivos, lo que proporciona a los estudiantes conjuntos de datos multidimensionales y en constante evolución. Por ejemplo, en una clase de biología, los estudiantes pueden usar sensores IoT para recopilar datos sobre factores como la temperatura, la humedad y la luz en diferentes hábitats naturales; luego, pueden analizar cómo estas variables afectan la diversidad de la vida silvestre en esos entornos.
- 2. Análisis de datos complejos:** Los estudiantes pueden aprender a analizar y visualizar datos complejos a través de herramientas de análisis de datos, lo que les permite identificar patrones y relaciones en estos. Por ejemplo, en un proyecto de matemáticas, los estudiantes pueden utilizar sensores IoT para recopilar datos sobre la temperatura y la velocidad del viento a lo largo

del tiempo; después, pueden utilizar un *software* de análisis para identificar correlaciones y patrones climáticos en esos datos.

3. **Resolución de problemas interconectados:** El IoT permite a los estudiantes trabajar en proyectos que involucran sistemas interconectados y considerar cómo todas las partes interactúan entre sí. Por ejemplo, los estudiantes de ingeniería pueden diseñar y programar un sistema de riego automático para un jardín. Deben considerar factores como la humedad del suelo, la temperatura y el pronóstico del tiempo interactúan para determinar cuándo y cuánto debe regarse el jardín.
4. **Simulaciones y modelos en tiempo real:** El IoT puede ofrecer simulaciones y modelos en tiempo real para que los estudiantes exploren escenarios complejos y dinámicos. Por ejemplo, los estudiantes de física pueden usar sensores IoT para realizar experimentos de movimiento y generar gráficos en tiempo real que muestren la relación entre la fuerza aplicada y la aceleración de un objeto.
5. **Aprendizaje adaptativo:** Los sistemas basados en IoT pueden monitorear el progreso y las preferencias de los estudiantes y adaptar el contenido y las actividades en consecuencia. Por ejemplo, en una plataforma de aprendizaje en línea, los estudiantes pueden recibir recomendaciones personalizadas sobre los recursos y actividades que mejor se adaptan a su estilo de aprendizaje y a sus áreas de interés, permitiéndoles profundizar en temas de su elección.
6. **Proyectos colaborativos:** Los proyectos IoT a menudo requieren colaboración entre estudiantes, lo que fomenta habilidades de trabajo en equipo y resolución de problemas. Por ejemplo, los estudiantes de ingeniería, diseño y programación pueden colaborar en la creación de un sistema de monitoreo de la calidad del agua en un río local, lo que requiere una variedad de habilidades interdisciplinarias.
7. **Énfasis en sistemas y ecosistemas:** Los proyectos IoT pueden alentar a los estudiantes a considerar cómo sus acciones y decisiones afectan a sistemas más amplios y a los ecosistemas en general. Por ejemplo, pueden explorar cómo las prácticas agrícolas y el uso de fertilizantes afectan la calidad del agua en un río, lo que los lleva a considerar las implicaciones ambientales de las decisiones humanas.

En resumen, el IoT en la educación ofrece oportunidades para desarrollar el pensamiento complejo al proporcionar datos multidimensionales, desafiar a los estudiantes con problemas interconectados y brindar herramientas para el análisis de datos complejos. Los ejemplos proporcionados ilustran cómo los estudiantes pueden

aplicar estas oportunidades en una variedad de disciplinas académicas, lo que les permite abordar desafíos del mundo real y desarrollar habilidades analíticas avanzadas, esenciales en la resolución de problemas complejos.

## Conclusión

La implementación del IoT en la educación beneficia diversas áreas, desde aulas inteligentes hasta personalización educativa, mejorando accesibilidad, seguridad y gestión de recursos. Además, impacta positivamente en bienestar estudiantil, educación especial, educación física y bellas artes. La recopilación en tiempo real de datos facilita la personalización educativa, intervenciones tempranas y ambientes de aprendizaje ajustados. Asimismo, promueve el pensamiento complejo con datos multidimensionales y análisis avanzado, preparando a los estudiantes para desafíos del mundo real con habilidades analíticas avanzadas. En conclusión, el avance imparable de la tecnología educativa, como el IoT, redefine la enseñanza y el aprendizaje, exigiendo adaptación proactiva para aprovechar oportunidades y preparar a las futuras generaciones. La integración efectiva del IoT en la educación es un compromiso hacia la excelencia educativa en México y más allá. En conclusión, se enfatiza cómo IoT aporta significativamente al ámbito educativo, demostrando beneficios concretos. Esto se traduce en un entorno más efectivo y adaptado a las necesidades actuales de aprendizaje. <sup>sc</sup>

## Referencias

### Agradecimientos

The authors acknowledge the financial support of Tecnológico de Monterrey through the "Challenge-Based Research Funding Program 2022". Project ID # 1005 - IFE001 - C2-T3 - T.

- Al-Emran, M., Malik, S. I., y Al-Kabi, M. N. (2020). A Survey of Internet of Things (IoT) in Education: Opportunities and Challenges. *Studies in Computational Intelligence*, 846. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-24513-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-24513-9_12)
- Alrashidi, M. (2023). Synergistic integration between internet of things and augmented reality technologies for deaf persons in e-learning platform. *Journal of Supercomputing*, 79(10), 10747-10773. <https://doi.org/10.1007/S11227-022-04952-Z/TABLES/13>
- Bresnahan, P., Cyronak, T., Brewin, R. J. W., Andersson, A., Wirth, T., Martz, T., Courtney, T., Hui, N., Kastner, R., Stern, A., McGrain, T., Reinicke, D., Richard, J., Hammond K., y Waters, S. (2022). A high-

- tech, low-cost, Internet of Things surfboard fin for coastal citizen science, outreach, and education. *Continental Shelf Research*, 242. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2022.104748>
- Byrne, J.-R., O'Sullivan, K., y Sullivan, K. (2017). An IoT and Wearable Technology Hackathon for Promoting Careers in Computer Science. *IEEE Transactions on Education*, 60(1). <https://doi.org/10.1109/TE.2016.2626252>
- Castillo-Martínez, I. M., y Ramírez-Montoya, M. S. (2021). Research Competencies to Develop Academic Reading and Writing: A Systematic Literature Review. *Frontiers in Education*, 5. <https://doi.org/10.3389/FEDUC.2020.576961/BIBTEX>
- Farias-Gaytan, S., Aguaded, I., y Ramírez-Montoya, M. S. (2023). Digital transformation and digital literacy in the context of complexity within higher education institutions: a systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications* 2023 10:1, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01875-9>
- García-Ruiz, R., Buenestado-Fernández, M., y Ramírez-Montoya, M. S. (2023). Assessment of Digital Teaching Competence: Instruments, results and proposals. Systematic literature review. *Educacion XX1*, 26(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.33520>
- Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., y Grigori, D. (2013). Interaction system based on Internet of things as support for education. *Procedia Computer Science*, 21, 132-139. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.019>
- Kassab, M., DeFranco, J., y Laplante, P. (2020). A systematic literature review on Internet of things in education: Benefits and challenges. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(2). <https://doi.org/10.1111/jcal.12383>
- Konstantinidis, S. Th. (2021). Internet of Things in education. *Digital Innovations in Healthcare Education and Training*, 61-86. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813144-2.00005-2>
- Liu, J., Wang, C., y Xiao, X. (2021). Internet of Things (IoT) Technology for the Development of Intelligent Decision Support Education Platform. *Scientific Programming*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6482088>
- Montes-Martínez, R., y Ramírez-Montoya, M. S. (2020). Training in Entrepreneurship Competences, Challenges for Educational

- Institutions: Systematic Literature Review. *ACM International Conference Proceeding Series*, 358-364. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436621>
- Moreira, F. T., Magalhães, A., Ramos, F., y Vairinhos, M. (2018). The power of the internet of things in education: An overview of current status and potential. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 80. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-61322-2\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61322-2_6)
- Prakash, K. R., Santhosh, M. S., Purushothama, G. K., y Ramya, M. V. (2021). An Approach to Convert Conventional Laboratories Into IoT-Enabled Laboratories. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies*, 16(5), 108-120. <https://doi.org/10.4018/IJWLTT.20210901.OA6>
- Qureshi, K. N., Naveed, A., Kashif, Y., y Jeon, G. (2021). Internet of Things for education: A smart and secure system for schools monitoring and alerting. *Computers and Electrical Engineering*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107275>
- Rajšp, A., y Fister, I. (2020). A systematic literature review of intelligent data analysis methods for smart sport training. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/app10093013>
- Ramlowat, D. D., y Pattanayak, B. K. (2019). Exploring the internet of things (IoT) in education: A review. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 863. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-3338-5\\_23](https://doi.org/10.1007/978-981-13-3338-5_23)
- Terzieva, V., Ilchev, S., y Todorova, K. (2022). The Role of Internet of Things in Smart Education. *IFAC-PapersOnLine*, 55(11), 108-113. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.08.057>
- Wang, Y., Muthu, B., y Sivaparthipan, C. B. (2021). Internet of things driven physical activity recognition system for physical education. *Microprocessors and Microsystems*, 81. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2020.103723>