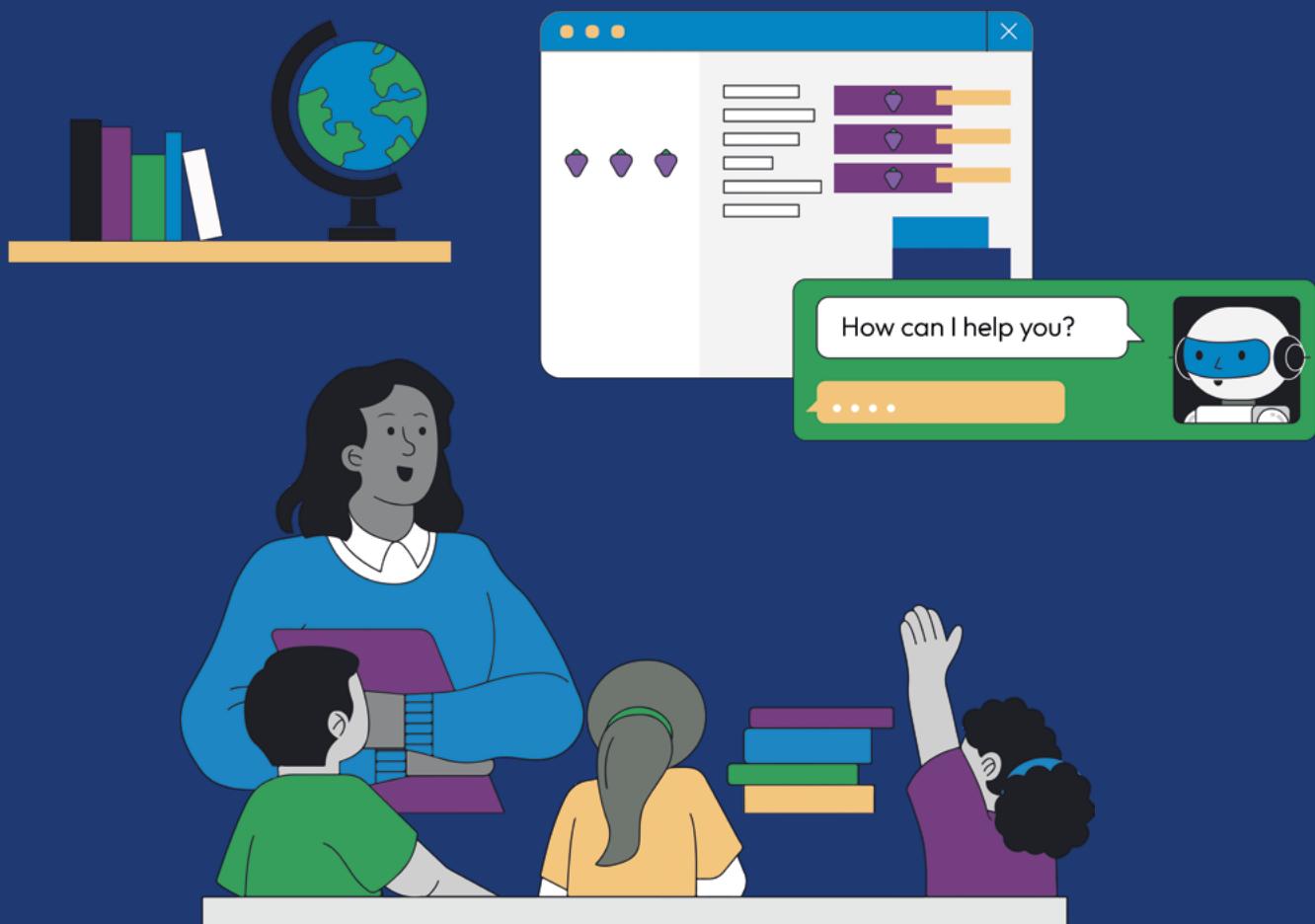


Guía sobre el futuro de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la era de la IA



teachai.org/cs

Socios

La "Guía sobre el futuro de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la era de la IA" fue desarrollada por TeachAI y la Asociación de

Profesores de Ciencias de la Computación (CSTA) en colaboración con una comunidad de líderes de opinión.

Socios principales



En colaboración con
Karen Brennan, Maya Israel, Shuchi Grover and Matti Tedre

Socios



Comité Directivo de TeachAI



En colaboración con el World Economic Forum

A close-up photograph of a person's hand holding an orange marker, writing on a whiteboard. The hand is wearing a colorful beaded bracelet. The whiteboard contains handwritten text in red ink: "Break it Down" at the top, followed by "When Rock hits Blue".

Índice

2

Resumen ejecutivo

6

¿Por qué sigue siendo importante aprender a programar?

12

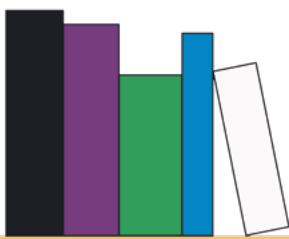
¿Cómo enseñan los profesores de Ciencias de la Computación con y sobre la IA?

20

¿Cómo pueden los estudiantes convertirse en consumidores críticos y creadores responsables de IA?

28

El papel de la IA en la enseñanza de las Ciencias de la Computación: resultados de una encuesta a profesores





Resumen ejecutivo

Las recientes innovaciones en inteligencia artificial (IA) están provocando una amplia gama de preguntas sobre el papel de esta potente tecnología en las aulas de Ciencias de la Computación (CC). Los educadores se preguntan cuáles son las oportunidades y los riesgos de la IA:

¿Por qué sigue siendo necesario aprender a programar?

¿Qué necesitan aprender los estudiantes sobre la IA?

¿Cómo podemos aprovechar la IA para ampliar el acceso y la participación en las Ciencias de la Computación?

Aunque la IA ofrece posibilidades para apoyar el trabajo de los profesores y mejorar el aprendizaje de los estudiantes, también existen

preocupaciones sobre su impacto desigual en la sociedad. Los profesores están preocupados por la privacidad de los alumnos, la dependencia excesiva de las herramientas de IA y por el hecho de que los alumnos no desarrollen las competencias básicas de las Ciencias de la Computación.

Estos riesgos exigen un enfoque prudente por parte de todos los miembros de la comunidad educativa y un compromiso para garantizar que la IA beneficie a todas y a todos los estudiantes.

La “**Guía sobre el futuro de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la era de la IA**” pretende inspirar a la comunidad para que reflexione sobre lo que significa enseñar con y sobre la IA en la enseñanza de las Ciencias de la Computación.

Orientación

En un momento en que toda la comunidad educativa debate cómo aprovechar las ventajas de la IA y mitigar los riesgos, los informes que componen la **Guía sobre el futuro de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la era de la IA** sirven como inicio de un debate, más que como respuestas definitivas. Los textos ofrecen ideas preliminares para integrar de forma responsable y eficaz la IA en la enseñanza primaria y secundaria de las Ciencias de la Computación, abordan conceptos erróneos comunes y ofrecen una perspectiva equilibrada sobre puntos críticos.

Cada texto concluye con preguntas para la reflexión, llamadas a la acción específicas para el público y preguntas para estudios posteriores.

Las orientaciones ilustran a una comunidad educativa que está debatiendo qué significa la IA para el futuro de su disciplina y cómo sirven de ejemplo.

Las orientaciones pueden ser de apoyo a un público amplio:

- Profesores
- Administradores
- Proveedores de planes de estudios
- Proveedores de desarrollo profesional
- Redactores de normas
- Desarrolladores de tecnología educativa
- Investigadores

El proceso

Desarrollado por TeachAI y la Asociación de Profesores de Ciencias de la Computación (CSTA), **Guía sobre el futuro de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la era de la IA** se basó en:

- 72 participantes del comité asesor de TeachAI y de organismos gubernamentales,
- 46 entrevistas a expertos,
- 8 grupos focales con más de 100 profesores, investigadores y proveedores de planes de estudios y desarrollo profesional,
- un grupo líder de investigadores y organizaciones,

- un grupo de trabajo global de organizaciones sin ánimo de lucro, asociaciones de profesores y líderes de la industria.

La guía también se basa en una revisión bibliográfica de docenas de artículos de investigación y en las contribuciones de más de 360 educadores de todo el mundo que respondieron a nuestra encuesta CSTA/TeachAI de mayo de 2024. **Consulte la Colección de Investigación** en teachai.org/cs.

Cada artículo

La primera serie de documentos de orientación aborda tres de las cuestiones más acuciantes de la enseñanza de las CC en la actualidad:

1 ¿Por qué sigue siendo importante aprender a programar?

A pesar de sus capacidades de programación, las herramientas de IA distan mucho de ser perfectas, y aprender a programar sienta las bases para que los estudiantes desarrollen la comprensión conceptual, la eficacia y las disposiciones necesarias para comprender, utilizar y evaluar estas herramientas y sus resultados.

2 ¿Cómo enseñan los profesores de CC con y sobre la IA?

El aprendizaje de las Ciencias de la Computación es una oportunidad natural para que los estudiantes exploren los beneficios, las limitaciones y las repercusiones sociales de las tecnologías emergentes. Las primeras iniciativas sugieren que enseñar con y sobre IA en la enseñanza de CC tiene el potencial de promover el pensamiento computacional, desmitificar la IA y equipar a los estudiantes para que utilicen las herramientas de IA de forma responsable. Un enfoque consciente de la aplicación de las herramientas de IA es fundamental para aprovechar los beneficios potenciales de la IA y, al mismo tiempo, mitigar los riesgos.

3 ¿Cómo pueden los estudiantes convertirse en consumidores críticos y creadores responsables de IA?

Muchos profesores abogan desde hace tiempo sobre las repercusiones éticas y sociales de la tecnología como componente básico de la enseñanza de las CC. En medio del auge de la IA Generativa (Gen AI), los profesores de CC pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar las prácticas necesarias para convertirse en consumidores críticos y creadores responsables de IA.

En futuros artículos de la serie se abordarán preguntas como las siguientes:

- ¿Cómo puede utilizarse la IA para ampliar la participación en las CC?
- ¿Qué conceptos y prácticas fundamentales de CC pueden enfatizarse o no cuando enseñamos con y sobre la IA?
- ¿Cómo podemos apoyar mejor a los estudiantes con discapacidades a aprender con y sobre la IA?
- ¿Qué puede aprender la enseñanza de CC de cómo se utiliza la IA en el desarrollo de software?
- ¿Qué habilidades y contenidos relacionados con la IA deberían incluir una experiencia fundamental en CC?
- ¿Cómo pueden los profesores de CC utilizar la IA para fomentar la creatividad, empezando en primaria?
- ¿Cómo enseñar sobre IA en contextos con escasa infraestructura técnica?

Recursos de IA adicionales en Educación

Para aquellos sistemas escolares que estén preparados para empezar a desarrollar orientaciones sobre el uso responsable de la IA, el conjunto de **herramientas de orientación sobre IA para escuelas** ofrece siete principios para aprovechar los beneficios de la IA y, al mismo tiempo, mitigar los riesgos.

Para los que acaban de empezar a aprender sobre la IA, consulte Ideas políticas fundamentales para la IA en la educación, donde encontrará recursos diseñados para los líderes educativos: **¿Qué es la IA?, La IA en la educación y la mano de obra, y Perspectivas de la IA en el aula. Foundational Policy Ideas for AI in Education**

Agradecimientos

Damos las gracias a quienes han contribuido con su tiempo y experiencia a la elaboración de estas orientaciones y esperamos seguir aprendiendo juntos lo que significa enseñar con y sobre la IA en la enseñanza de la CC.

Esta guía ha sido desarrollada por TeachAI y la CSTA en colaboración con Karen Brennan (Harvard University), Quinn Burke (Digital Promise), Marie desJardins (AAAI), Bruce Fuda (Grok Academy), Christina Gardner-McCune (AI4K12 y University of Florida), Shuchi Grover (Looking Glass Ventures y Edfinity), Maya Israel (University of Florida), Irene Lee (Everyday AI), Matti Tedre (University of Eastern Finland) y Jan Vahrenhold (German Informatics Society).

Damos las gracias al grupo de trabajo TeachAI Future of CS Workgroup, que incluye a Adobe, Amazon, Black in AI, College Board, Data Science 4 Everyone, Digital Promise, Education Above All, ETS, Texas Advanced Computing Center, GitHub, Google, Grok Academy, Infosys Foundation USA, Institute for Advancing Computing Education, ISTE, Microsoft, National Council of Teachers of Mathematics, NCWIT, RobinCode, y a las agencias gubernamentales estadounidenses y mundiales participantes.

También nos gustaría reconocer a Allen Antoine, Owen Astrachan, Elaine Atherton, Carla Brodley, Center for Computational Thinking and Design de la Universidad de Aarhus, Edie Cheng, CS Access, Leigh Ann DeLyser, Charlotte Dungan, Crystal Furman, Dan Garcia, Kinnis Gosha, Mark Guzdial, William G. Harris, Sallie Holloway, Lori Jacques, Antti Kiviniemi, John Kleeman, Jill Kowalchuk, Michael Littman, Yolanda Lozano, Don Miller, John Mitchell, Rusty Nye, Jamie Payton, Chris Piech, Jennifer Rosato, Mehran Sahami, Vicky Sedgwick, Ben Shapiro, Sepehr Vakil, Sara Vogel, Hannah Walden, Shira Wein, Benji Xie y Aman Yadav por sus aportes.

Adicionalmente, queremos agradecer a **Fundación Kodea** de Chile, que a través de su iniciativa IdeoDigital, respaldada por BHP Fundation, ha liderado la traducción para los lectores hispanos.

TeachAI está dirigida por un comité directivo de Code.org, ETS, ISTE, Khan Academy y el World Economic Forum.

Autores:

Pat Yongpradit, Code.org
Caron Carlson, Code.org
Veronica Ellis, Code.org
Bryan Twarek, CSTA
Jacob Koressel, CSTA

Cita sugerida

TeachAI & CSTA (2024). Guidance on the Future of Computer Science Education in an Age of AI. Retrieved from teachai.org/cs. [date]. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.



¿Por qué sigue siendo importante aprender a programar?

A pesar de la capacidad de las herramientas de IA Generativa (Gen AI) para escribir código, aprender a programar, sigue siendo crucial para desarrollar la comprensión conceptual, la agencia y las disposiciones necesarias para utilizar eficazmente las herramientas de IA, evaluar y modificar el código generado por la IA y comprender el contexto más amplio y las implicaciones de la programación. La

programación produce algo más que un código: fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la colaboración, y sienta las bases para el aprendizaje de la disciplina de las CC. La IA puede mejorar el aprendizaje, pero no puede sustituir la comprensión ni las habilidades que se adquieren aprendiendo a programar.

Los recientes avances en la capacidad de la IA Gen para escribir códigos han llevado a algunos [líderes del sector a afirmar que aprender a programar está obsoleto](#). Incluso, cuando los profesionales utilizan herramientas de IA para generar una proporción cada vez mayor de código, aprender a programar sigue siendo un medio para desarrollar las habilidades de resolución de problemas y [pensamiento computacional](#) necesarias para utilizar estas herramientas adecuadamente, evaluar y modificar sus resultados y situarlos en su contexto. ([Salehi et al., 2020](#)). En lugar de restar importancia a aprender a programar, las herramientas de Gen AI destacan la necesidad de tener conocimientos básicos de programación para comprender y valorar estas herramientas.

Del mismo modo que los estudiantes deben aprender que el «sentido numérico» –es una comprensión conceptual de los números y de cómo se relacionan y conectan– antes de poder pasar al álgebra o al cálculo, necesitan desarrollar el «sentido del código» para tener éxito en esta nueva era de la programación asistida por inteligencia artificial. ([Johnson, 2024](#)).

El sentido del código ayuda a depurar eficazmente,

optimizar el rendimiento y comprender el contexto más amplio del código dentro de un sistema.

«En mi visión, el niño programa el computador y, al hacerlo, adquiere a la vez una sensación de dominio sobre una pieza de la tecnología más moderna y poderosa y establece un contacto íntimo con algunas de las ideas más profundas de la ciencia, de las matemáticas y del arte de la construcción intelectual de modelos.»

– Seymour Papert, *Mindstorms: Children, Computers, And Powerful Ideas*, 1980, p.5

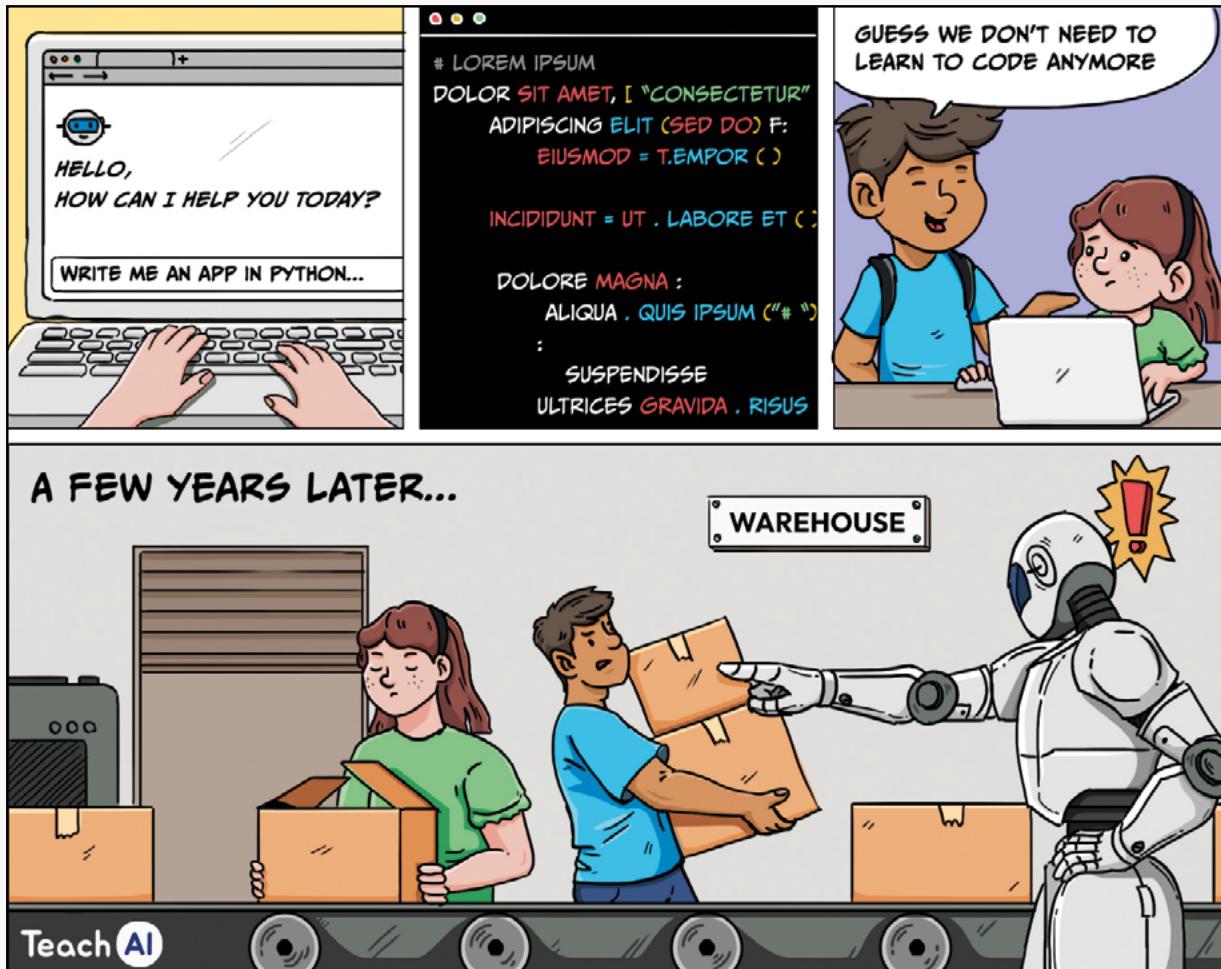
Para propósito de esta guía, «programación» se utiliza indistintamente con codificación e incluye aspectos del desarrollo de software. La programación se define como el proceso creativo de diseñar, escribir, probar y mantener código para realizar funciones específicas y resolver problemas.

En este artículo desmentimos el mito de que las herramientas de programación de Gen AI hacen innecesario que los estudiantes aprendan a programar.

→ Sentido del código

Definimos el **sentido del código** como la comprensión conceptual del diseño subyacente de un programa informático, los procesos y las relaciones del sistema, así como la capacidad mental para analizar, simular y predecir el comportamiento de un programa.

Aprender a programar o seguir instrucciones: Un cómic



La IA no es mágica. Necesita experiencia y orientación humanas.

Mito 1: Las herramientas de codificación de IA hacen innecesarios los conocimientos y habilidades de programación.

Para maximizar el valor y la eficacia de las herramientas de IA, los desarrolladores deben saber cómo estructurar solicitudes, mejoras y peticiones eficaces ([Kirova et al., 2024](#)). Aprender a programar, que es más que aprender la sintaxis de un lenguaje de programación, ofrece a los estudiantes la oportunidad de comprender la lógica de la programación, practicar la resolución de problemas y desarrollar una

comprensión de los algoritmos y las estructuras de datos. Estos conocimientos son necesarios para dirigir con eficacia las herramientas de IA.

Por ejemplo, las primeras investigaciones sobre principiantes de entre 10 y 17 años que utilizan generadores de código han demostrado que los que tienen más fluidez programando se benefician más de la herramienta. Esto sugiere que las herramientas de IA son más eficaces para aumentar los conocimientos y habilidades de programación que para sustituirlos. ([Kazemitabaar et al., 2023](#)).

→ ¿Cómo evolucionará la programación en la era de la IA?

Desde el lenguaje ensamblador hasta los modernos lenguajes basados en bloques, la programación ha evolucionado continuamente para ser más accesible mediante la abstracción de detalles de programación de bajo nivel.

Las herramientas de IA de última generación pueden seguir esta tendencia y permitir a los programadores, centrarse más en la creatividad, la resolución de problemas y el tratamiento de las cuestiones éticas que en la mecánica de traducir instrucciones a un lenguaje de programación. Algunas tareas de programación se verán reforzadas por la IA y otras serán sustituidas.

¿Cómo debería evolucionar el aprendizaje de la programación para reflejar la naturaleza cambiante de esta? ¿Qué puede aprender la enseñanza de las CC, de la forma en que los ingenieros de software utilizan las herramientas de IA Gen? [Inscríbete](#) para recibir información actualizada, sobre el futuro de la enseñanza de las CC.

“Tenemos que ayudar a los alumnos a aprender a hacer bien las preguntas. Tenemos que enseñarles a apropiarse de estas herramientas”.

- Christina Gardner-McCune, Associate Professor, University of Florida and Co-Lead of AI4K12

La IA no es perfecta. Necesita supervisión humana.

Mito 2: Los estudiantes no necesitan aprender a programar porque la IA puede hacerlo con precisión y de forma autónoma.

Aunque las herramientas de Gen AI están mejorando, se sabe que sugieren código impreciso, que contienen vulnerabilidades de seguridad y sesgos, o que está mal alineado con la intención del usuario. Un estudio realizado en 2023 sobre tres generadores de código populares descubrió que producían códigos correcto entre el 31% y el 65% de las veces ([Yetişiren et al., 2023](#)). Otro estudio demostró que parejas de humanos e IA [critican el código](#) con más eficacia que cualquiera de los dos por separado. Aprender a programar sienta las bases para desarrollar el sentido del código y las habilidades de pensamiento computacional necesarias para evaluar, depurar, modificar y situar el código generado por la IA en el contexto de un programa más amplio.

«La IA comete errores. Los estudiantes tienen que entender primero lo básico, para poder comprender de forma crítica lo que necesitan de la IA y también cómo evaluar los resultados.»

- Neda Blackburn, STEM Director, Roland Park Country School

→ Perspectiva de la encuesta

Los profesores de CC que respondieron a la encuesta CSTA/TeachAI de mayo de 2024 señalaron que, incluso con la prevalencia de la IA y las capacidades de codificación, aprender a programar sigue siendo esencial para que los estudiantes fortalezcan el sentido del código y las habilidades de pensamiento computacional necesarias para utilizar y crear futuras aplicaciones de IA.

La IA no sustituirá a los programadores. Necesita creatividad humana y conocimientos especializados.

Mito 3: Los estudiantes no necesitan aprender a programar porque la IA sustituirá todos los trabajos de programación.

La rápida adopción de la IA Gen en el lugar de trabajo está cambiando las prácticas de programación sin obviar la necesidad de humanos. El aprendizaje de la programación está pasando de centrarse en la generación de código a centrarse más en la lectura, evaluación, depuración y refactorización del mismo. ([Kirova et al., 2024](#)).

La creatividad humana y los conocimientos especializados han sido y serán cruciales en la programación. La creatividad impulsa la resolución innovadora de problemas, el diseño intuitivo de interfaces de usuario y el desarrollo de funciones, mientras que los conocimientos especializados garantizan que las soluciones sean precisas, pertinentes y respondan a casos de uso concretos. Juntos, permiten crear programas sólidos y fáciles de usar que satisfacen tanto las necesidades técnicas como las contextuales.

→ Centrarse en los fundamentos

Las herramientas de codificación Gen AI están mejorando rápidamente para ayudar a los ingenieros de software eliminando tareas repetitivas, sugiriendo código e incluso traduciendo código de un lenguaje de programación a otro. ([Stryker, 2024](#)). Mientras que los profesionales del sector seguirán adaptándose a estas innovaciones, los estudiantes que aprenden a programar necesitan desarrollar la capacidad de comprender los conceptos fundamentales y duraderos que están detrás de estas herramientas en evolución para utilizarlas adecuadamente.

«**Hace tiempo que se necesitan personas con conocimientos de desarrollo de software. Lo que hay que saber puede cambiar: cosas que obviamente eran de importancia crítica o se consideraban periféricas tendrán que cambiar en su importancia relativa.**»

– Ben Shapiro, Associate Professor, University of Washington

La IA puede programar, pero programar es mucho más que un código.

Mito 4: El único propósito de aprender a programar es producir programas; ahora, la IA puede hacerlo por nosotros.

Programar va más allá de traducir instrucciones a un lenguaje de programación; implica explorar necesidades, redactar especificaciones y probar, depurar y analizar código. Aprender a programar ofrece a los estudiantes una plataforma para la resolución de problemas en colaboración, la expresión creativa y el descubrimiento del placer de crear algo nuevo. ([Kafai et al., 2015](#)).

Cuando los estudiantes trabajan juntos, les resulta más fácil no sólo asimilar nuevos conceptos y vocabulario, sino también expresar su curiosidad y entusiasmo. Las investigaciones demuestran que la programación en parejas puede aumentar la retención de los estudiantes en CC, especialmente entre algunos grupos subrepresentados.

(Campe et al., 2019). Tener estas oportunidades mientras se aprende a programar, preparar a los estudiantes para prosperar en un mundo que cambia rápidamente.

Aprender a programar, también tiene un valor emocional. Un estudio a pequeña escala con alumnos de primaria, demostró que los niños se sentían significativamente más felices, más entusiasmados y con más control después de aprender a programar (**Tisza et al., 2023**). Resultados como estos dependen de muchos factores, especialmente de un profesor de alta calidad. Además, ponen en relieve los beneficios que aprender a programar puede tener en el estado emocional de los alumnos, lo que Esto nos recuerda, que debemos tener en cuenta cómo, el uso de la IA puede afectar a los sentimientos de los alumnos hacia las CC.

«Aprender a programar no es sólo preparar a los jóvenes para su posible participación en el mundo laboral tecnológico. Aprender a codificar puede ser una oportunidad increíble para la expresión creativa, permitiendo a los alumnos compartir sus ideas y su voz con el mundo, aportando alegría, satisfacción y un sentido de propósito.»

– Karen Brennan, Professor, Harvard University

→ La Ciencia de la Computación es más que programación

Aprender a programar es sólo un aspecto del aprendizaje de las CC. Por ejemplo, los **estándares K-12 de la CSTA** también incluyen la comprensión del funcionamiento de los computadores, cómo se envían los mensajes a través de Internet, cómo se recopilan y analizan los datos y cómo afecta la tecnología a la sociedad. Incluso si la programación quedara obsoleta, una experiencia básica en CC seguiría siendo esencial.

Beneficios de aprender a programar:

- Impulsar la innovación en múltiples campos, como la ciencia de datos o la biología computacional,
- abordar las barreras culturales y estructurales que impiden cursar estudios superiores de CC,
- ampliar el acceso a empleos altamente remunerados y satisfactorios, y
- promover una mayor diversidad en multitud de campos. (**Lewis, 2017**).



Tres formas de actuar

¿Por qué sigue siendo importante aprender a programar?

Reflexión	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dado que la IA puede generar código, ¿cómo se puede equilibrar el uso de herramientas de IA con la necesidad de que los estudiantes desarrollen habilidades fundamentales de codificación y sentido del código? 2. ¿De qué manera se puede hacer énfasis explícitamente en las habilidades de pensamiento computacional, ya sea enseñando programación a los alumnos, redactando planes de estudio o formando a los profesores? ¿Qué actividades prácticas o recursos pueden ayudar?
Llamada a la Acción	<p>Gestores</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seguir ofreciendo cursos de introducción a las CC que incluyan programación. 2. Apoyar el crecimiento profesional de los profesores de CC a través de comunidades como la CSTA. 3. Apoyar el desarrollo profesional en toda la escuela y ayudar a los profesores a compartir las lecciones aprendidas. 4. Elaborar orientaciones basadas en recursos como el TeachAI: Conjunto de herramientas de orientación escolar sobre IA. <p>Docentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sea explícito sobre los conceptos y habilidades fundamentales que desea que los alumnos aprendan, (Estándares K-12 CSTA), como la depuración, independientemente de si utilizan herramientas de IA. 2. Explorar el uso de herramientas de IA en el proceso de aprendizaje antes de presentarlas a los estudiantes. 3. Debatir si, cuándo y cómo deben utilizarse las herramientas de IA en la enseñanza de las CC. 4. Desarrollar principios para guiar el uso de la IA en tareas de programación.
Estudio Adicional	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué se diferencia aprender a programar con herramientas de Gen AI de los métodos de enseñanza tradicionales? ¿Cómo pueden ayudar o perjudicar? 2. ¿Cómo podrían afectar los chatbots asistentes de codificación a los estudiantes con menos experiencia previa en CS? 3. ¿Cuáles son los errores y sesgos más comunes que se encuentran en el código generado por IA en entornos educativos? ¿Cómo pueden los educadores formar a los estudiantes para que identifiquen, evalúen y corrijan estos problemas?



*ets

ISTE



TeachAI es liderado por Code.org, ETS, la International Society for Technology in Education, Khan Academy, y the World Economic Forum.

¿Cómo enseñan los profesores de CC con y sobre la IA?

Las Ciencias de la Computación son un contexto natural para que los estudiantes exploren los beneficios, las limitaciones y los impactos sociales de la IA, y los profesores de CC desean un desarrollo profesional para facilitar estas oportunidades de aprendizaje de manera efectiva. Muchos profesores

ya enseñan con y sobre la IA en un contexto de CC para enfatizar el pensamiento computacional, desmitificar la IA y preparar a los estudiantes para que utilicen las herramientas de IA de forma responsable.

A medida que la IA se generaliza en la vida de los estudiantes, desde los sistemas de recomendación hasta los asistentes de voz, los profesores de CC están incorporando lecciones para desmitificar la IA y fomentar una mentalidad crítica hacia sus beneficios, limitaciones e impactos sociales.

Los profesores de CC están utilizando herramientas de IA para ayudar a explicar el código, proporcionar información oportuna a los estudiantes y ayudarles a superar el «bloqueo del programador» y los problemas de sintaxis para que puedan centrarse en los aspectos creativos de la programación. Todos los profesores deben seguir las políticas existentes, como las

restricciones de edad por motivos de privacidad o seguridad, y considerar la utilidad de las herramientas de IA para actividades específicas, incluso cuando las herramientas están permitidas. Cada vez hay más **recursos desconectados** para ayudar a los alumnos a aprender sobre IA cuando las políticas o la limitada infraestructura tecnológica impiden su uso.

En este artículo, examinamos cómo los profesores enseñan con IA, por ejemplo, utilizando la IA como herramienta para el aprendizaje de los alumnos o como apoyo a los profesores, y cómo enseñan sobre IA, por ejemplo, cómo funciona y sus implicaciones éticas y sociales.

Aspectos destacados de la encuesta

Las orientaciones para la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la era de la IA están basadas en una encuesta realizada a profesores de Ciencias de

la Computación ($n = 364$ profesores, 24% de primaria, 76% de secundaria, 12% internacionales) por la CSTA y TeachAI durante mayo de 2024.



de los profesores creen que los alumnos de cursos introductorios deberían aprender sobre IA.



de los profesores afirman sentirse preparados para enseñar sobre IA.



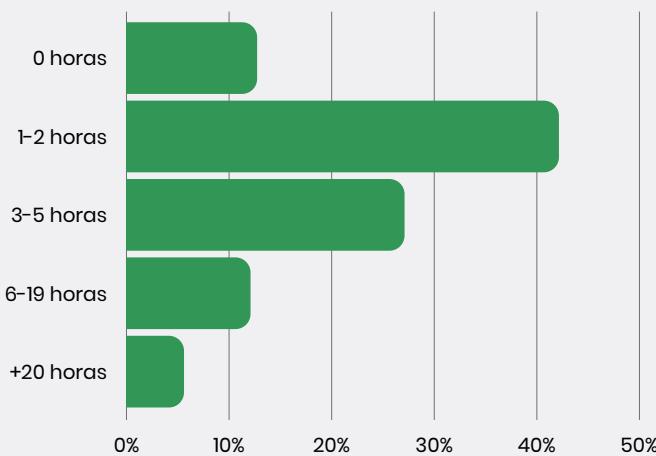
de los profesores afirmaron que se beneficiarían de un desarrollo profesional para aprender a utilizar y enseñar sobre IA.

Enseñanza sobre IA

Los profesores de Ciencias de la Computación están incorporando la IA a debates, demostraciones y actividades para desmitificarla y hacerla más accesible.

Los profesores de Ciencias de la Computación enseñan a los alumnos cómo funciona la IA y debaten sus implicaciones éticas. La mayoría de los profesores (79%) está de acuerdo en que los planes de estudio y las normas deben actualizarse para hacer hincapié en la IA.

→ ¿Cuánto aprenden actualmente los estudiantes sobre IA en su plan de estudios de CC?



Los profesores indicaron que los conceptos básicos de las CC, como los algoritmos, ayudan a los alumnos a desarrollar la capacidad de resolución de problemas y la conciencia de las repercusiones sociales necesarias para utilizar las herramientas de IA de forma crítica y crear con ellas de manera responsable. Actividades de una clase sobre IA pueden tratar temas como:

- conceptos subyacentes de programación y algoritmos
- usos comunes,
- limitaciones, y
- uso ético e impacto en la sociedad ([Lee & Kwon, 2024](#)).

Además, temas como los algoritmos, los

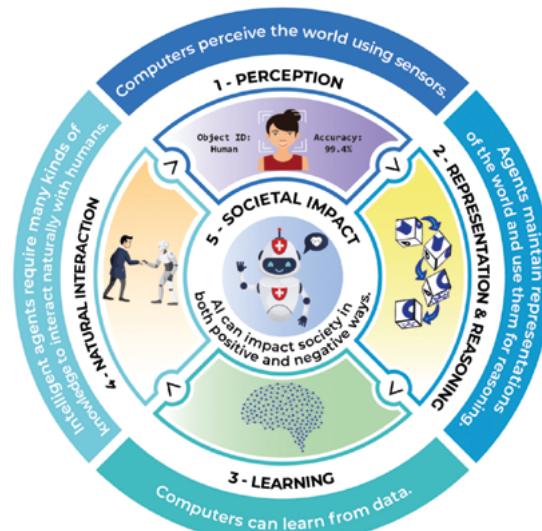
clasificadores, el procesamiento del lenguaje natural y las implicaciones éticas de la inteligencia artificial van más allá de las aulas de CC y son relevantes para las matemáticas, el lenguaje, la biología y las ciencias sociales. ([Casal-Otero et al., 2023](#)).

"Espero que los educadores se den cuenta de la importancia de enfrentarse a la realidad de la IA, así como de comprender que el objetivo de un cambio de paradigma como este no debería ser vigilar a los estudiantes, sino permitirles pensar sobre el uso [y] la comprensión de esta nueva tecnología."

– Ben Smith, CS Teacher, Rowland Hall School

→ AI4K12

Desde 2018, la Iniciativa AI4K12 ha estado desarrollando directrices nacionales para la enseñanza sobre IA, organizadas en torno a las 5 Grandes Ideas en IA. [AI4K12 Initiative](#).



IA en la enseñanza primaria de las CC

Vicky Sedgwick, educadora de primaria, integra el aprendizaje automático en lecciones que abordan los Estándares CSTA K-12 sobre datos y análisis. Los alumnos ordenan, clasifican y etiquetan los datos y los utilizan para entrenar un modelo sencillo.

A continuación, los estudiantes pueden predecir cómo el modelo podría clasificar nuevos datos y explorar cómo las máquinas aprenden y empiezan a reconocer los sesgos en los datos. Conceptos de IA como el procesamiento del lenguaje natural y el reconocimiento de imágenes también encajan en los algoritmos y en las normas de programación. Los alumnos de primaria y secundaria pueden explorar el funcionamiento de la IA con recursos como [Code.org's AI for Oceans](#), [Machine Learning For Kids](#), o [MIT RAISE Playground](#).

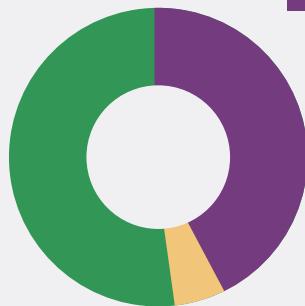
También hay cada vez más actividades no conectadas que no requieren acceso a la IA o a un computador y que están disponibles para enseñar conceptos de IA. Por ejemplo, los naipes de la tecnología de IA enseñan sobre la entrada, el algoritmo y la salida para demostrar cómo las elecciones de los desarrolladores afectan a los resultados. ([Long et al., 2021](#)).

Enseñar con IA

Los profesores de CC están integrando herramientas de IA en la enseñanza, las tareas y la evaluación. Una revisión sistemática de la educación de IA K-12 de 2018 a 2023 describe una variedad de iniciativas tempranas para enseñar con IA mediante el uso de herramientas de aprendizaje automático y plataformas de IA para ayudar a los estudiantes a comprender conceptos básicos, como entrenar datos,

→ Pensando en cómo podrían utilizarse las herramientas de IA en la enseñanza de CC...

■ El **52%** afirma que los beneficios potenciales superan a los riesgos



■ El **43%** opina que los beneficios y los riesgos potenciales son iguales

■ El **5%** dijo que los riesgos superan los beneficios potenciales

La revisión de los estándares [CSTA K-12](#), cuya publicación está prevista para el verano de 2026, incluirá objetivos de aprendizaje relacionados con la IA. Mientras tanto, el proyecto [Reimagining CS Pathways](#) ha definido contenidos básicos de CC que incluyen progresiones de aprendizaje específicas de la IA.

“Existe una tendencia a hacer que la IA parezca mágica, sensible, infalible o excesivamente humana...”. Dado que este tipo de representaciones (erróneas) abundan en el discurso dominante, la educación primaria y secundaria debe esforzarse al máximo para hacer frente a este reto mediante enfoques que desmitifiquen la IA y expliquen cómo funciona”. ([Grover, 2024](#))

- **Shuchi Grover**, Director, Looking Glass Ventures and Edfinity



probar modelos e identificar sesgos ([Lee & Kwon, 2024](#)). Las experiencias prácticas con herramientas de IA no sólo ayudaron a los alumnos a comprender los conceptos de IA, sino que también hicieron que el aprendizaje fuera más divertido. Aunque la forma concreta en que se utiliza la IA en el aula es un factor esencial, la revisión también sugirió que el uso de la IA puede ayudar a los alumnos a:

- desarrollar competencias básicas en el ámbito de CC,
- reflexionar sobre consideraciones críticas y éticas acerca del papel de la IA y su uso,
- aplicar los conocimientos de IA a problemas de la vida real y,
- mejorar la motivación y el interés por la tecnología.

Retroalimentación IA

María Camarena, profesora de CC de secundaria en California, utiliza ChatGPT para mejorar las habilidades de programación de sus alumnos. Los estudiantes introducen líneas de código que han escrito y una descripción del código y reciben comentarios sobre la programación y la escritura. Este método refuerza las competencias de programación y ayuda a los estudiantes multilingües en su desarrollo de la lengua inglesa.

Las primeras investigaciones también identifican oportunidades de utilizar modelos de lenguaje extenso (LLM) para mejorar la experiencia de aprendizaje de CC y fomentar la capacidad de pensamiento crítico, entre otras cosas, además de:

- generar código como punto de partida para una solución,
- enseñar a los alumnos a describir soluciones en lenguaje natural y,
- orientar las estrategias de resolución de problemas ([Prather et al., 2023](#)).

También se ha demostrado que los LLM ayudan a proporcionar una amplia selección de soluciones de distinta calidad para que los estudiantes puedan practicar el análisis crítico examinando múltiples respuestas a un problema. ([Denny et al., 2023](#)).

En uno de los primeros intentos de revisar un plan de estudios de introducción a CC para utilizar los LLM, se hizo hincapié en la descomposición de problemas y en la explicación, prueba y depuración de código, en lugar de en la sintaxis y la escritura de código.

([Vadaparty et al., 2024](#)). El alcance de los proyectos de los estudiantes trascendía lo que se solía ver en un curso de CC1, y los resultados de sus exámenes reflejaban resultados similares a los de clases anteriores de CC1.

Emparejamiento con IA

Michael Phelan, profesor de CC en Carolina del Norte, permite a los alumnos de su clase de Python 2 utilizar ChatGPT o Copilot para darles una experiencia similar a la programación en parejas, al tiempo que les empuja a mejorar su propio pensamiento. Sin embargo, para Phelan es vital que los alumnos comprendan perfectamente lo que están haciendo en lugar de confiar en la IA para que haga el trabajo.

Aprender de la educación matemática

Lori Jacques, antigua profesora de matemáticas y actual docente de CC, describe tres enfoques basados en la pedagogía matemática para ayudar a los estudiantes a ver los problemas de otra manera y mejorar sus habilidades de programación y su comprensión conceptual. ([Jacques, 2023](#)):

- **Crear representaciones múltiples:** Los alumnos pueden utilizar la IA Generativa (Gen AI) para generar código, explicar el código en lenguaje sencillo, ilustrar cómo cambia la salida a medida que se ejecuta el código mediante un diagrama de flujo y comparar las distintas representaciones y sus ventajas e inconvenientes.
- **Explorar distintos enfoques:** Los estudiantes pueden utilizar generadores de código de IA para crear diferentes programas que aborden el mismo problema y luego compararlos entre sí y con soluciones generadas por humanos, incluidas las suyas propias.
- **Explicar el código creado por la IA:** Los alumnos pueden analizar, describir y explicar la funcionalidad de los «ejemplos trabajados» generados por la IA, que pueden ser correctos o no.



Preocupación por los riesgos de la IA

Los profesores de CC que respondieron a la encuesta CSTA/TeachAI citaron con frecuencia estas tres preocupaciones sobre los riesgos potenciales del uso de la IA en el aula:

- la IA pensará por los estudiantes.
- los estudiantes dependerán excesivamente de las herramientas de IA.
- los estudiantes perderán habilidades esenciales.

Estas preocupaciones pueden mitigarse enseñando conocimientos básicos de programación y un compromiso crítico con las herramientas de IA. Este enfoque garantiza que los alumnos utilicen la IA como una herramienta de apoyo, manteniendo su capacidad para resolver problemas y comprendiendo la lógica subyacente.

«Los estudiantes tienen tendencia a “confiar” en la IA y copiar y pegar ciegamente el código, pero les faltan las habilidades para “hablar con” el código con IA y entender realmente lo que está pasando. Esto les causa frustración cuando los intentos posteriores no funcionan, y les falta el vocabulario o la experiencia necesarios para explicar correctamente qué problemas o tareas necesitan codificar en conjunto con su asistente de IA.»

- Graham Nolan, CS Teacher, Hong Kong International School



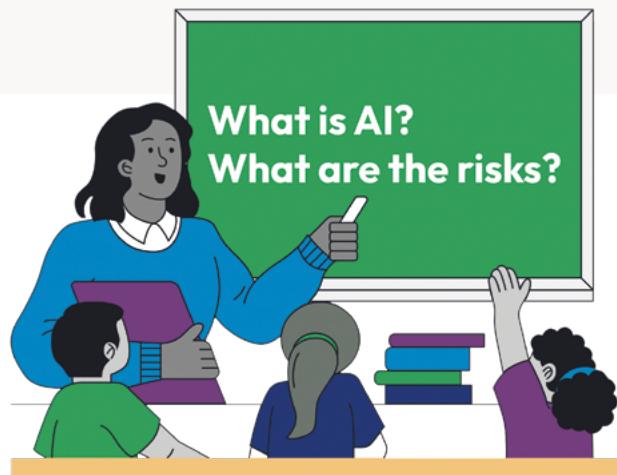
Para más información sobre la necesidad de que los estudiantes aprendan los fundamentos de CC, véase [¿Por qué sigue siendo importante aprender a programar?](#)

Apoyo al docente

Los docentes de CC utilizan la IA para apoyar y agilizar su propio trabajo.

Los docentes que participaron en la encuesta CSTA/TeachAI indicaron que utilizaban la IA para facilitar su trabajo de diversas formas, como adaptar y perfeccionar los planes de clase, diferenciar a los alumnos que necesitan más retos o más apoyo y organizar ideas, desglosarlas y volver a explicarlas.

Estos usos reflejan oportunidades comunes de la IA Gen para racionalizar la carga de trabajo docente. En uno de los primeros estudios, los investigadores introdujeron código fuente en el generador de código Codex para crear nuevos ejercicios de programación. Comprobaron que una gran mayoría eran muy novedosos y se ajustaban al tema en cuestión ([Denny et al., 2023](#)). Además de ahorrar tiempo a los docentes, la variedad de soluciones que los generadores de código pueden crear a partir de una entrada puede ofrecer a los alumnos una visión de los distintos enfoques para abordar un mismo problema.



«Si bien la IA puede automatizar ciertas tareas, como la calificación o la provisión de retroalimentación, la dependencia excesiva de las herramientas de IA puede disminuir el papel de los educadores en el proceso de enseñanza. Es esencial encontrar un equilibrio entre el aprovechamiento de la IA para la eficiencia y el mantenimiento del elemento humano de la enseñanza, incluida la interacción personalizada y la tutoría.»

- Fred Sagwe, CS Teacher, Shimo La Tewa School and Robotics Society of Kenya

Inexactitud y exceso de confianza

A pesar de los beneficios potenciales del uso de herramientas de IA para mejorar el aprendizaje y proporcionar apoyo a los docentes, la tendencia de la IA Gen a producir información imprecisa y la capacidad de los estudiantes para entender el resultado suscitan preocupación. Tanto estudiantes como docentes expresan también su preocupación por la posibilidad de que los alumnos no aprendan la materia cuando solicitan ayuda a Gen AI ([Zastudil et al., 2023](#)).

Los docentes tienen opiniones variadas sobre si los alumnos de las clases de introducción a CC deberían aprender a programar con IA. Las ventajas y los riesgos de aprender a programar con herramientas de IA aún se están descubriendo y dependerán del contexto del aula y de cómo se utilicen las herramientas.

→ Los alumnos de las **clases de introducción a CC** deberían aprender a programar con IA.



→ Perspectivas mundiales

A partir de julio de 2024, 41 agencias educativas estatales de EE.UU. y más de 25 agencias gubernamentales de todo el mundo participan en TeachAI. Estas son algunas de las perspectivas globales sobre el futuro de la enseñanza de CC:

“Cuando enseñamos a los estudiantes a comprender y aprovechar responsablemente la IA, equipamos a la próxima generación de usuarios y creadores de tecnología con habilidades y confianza para innovar.”

- **Oksana Pasichnyk, CS Teacher, Lyceum Sykhivsky, Ukraine**

“La IA en las aulas de codificación se enfrenta a retos de aplicación debido a los distintos niveles de comprensión y competencia de docentes y alumnos. La integración eficaz de la IA requiere formación de profesores y alumnos, experiencias de aprendizaje bien diseñadas, directrices éticas y apoyo continuo. A pesar de estos retos, la IA ofrece un inmenso potencial para transformar la enseñanza de la codificación en Tailandia.”

- **Cheeraporn Sangkawetai, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, Thailand**

Tres formas de actuar

¿Cómo enseñan los profesores de CC con y sobre la IA?

Reflexión	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué situaciones puede ser útil enseñar con y sobre la IA? ¿En qué situaciones puede resultar inadecuada? 2. ¿Dónde puede integrarse la enseñanza de la IA en el plan de estudios existente? 3. ¿Qué cambios cabe esperar en el compromiso, la motivación o la comprensión de los conceptos de programación por parte de los alumnos tras la introducción de herramientas de IA?
Llamada a la Acción	<p>Docentes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Participe en el desarrollo profesional (DP) continuo para profundizar sus conocimientos y competencias en la enseñanza con y sobre la IA. Encuentre PD de CSTA, capítulos de CSTA y programas curados. 2. Siga las recomendaciones locales para el uso de IA en el aula. Cuando no existan recomendaciones, desarrolle lineamientos para usar herramientas de IA. Priorice prácticas responsables que fomenten a los estudiantes a determinar Sí, Cómo, Cuándo y Por qué deberían usar IA. 3. Cuando use IA en su trabajo, evalúe constantemente el resultado para ver si se ajusta a su sala de clases, objetivos y estilo de enseñanza. <p>Proveedores de planes de estudios y desarrollo profesional</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incluya la IA como tema y herramienta y explore usos de la IA que mejoren las actividades, ejemplos, lecciones y proyectos. Proceder con precaución, con la vista puesta en un uso seguro y responsable. 2. Proporcionar un desarrollo profesional que permita a los docentes experimentar, compartir casos de uso y puntos de vista, y responder a las preguntas e inquietudes que surjan en sus escuelas. 3. Basar las preguntas y los proyectos de los alumnos en ejemplos del mundo real que también ilustren las ventajas y los riesgos de la IA.
Estudio adicional	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo deberían actualizarse los planes de estudios y las normas de CC para incluir los conceptos y las herramientas de la inteligencia artificial? 2. ¿Cómo pueden los sistemas escolares hacer frente a las barreras de acceso, apoyar un diseño pedagógico eficaz y ofrecer potentes oportunidades de aprendizaje para proporcionar un acceso equitativo a la educación en IA? Para más información sobre estas cuestiones, véase Perspectivas de la IA en el aula (TeachAI, 2024). 3. ¿Cómo influyen las interacciones entre docentes, alumnos y herramientas de IA en el proceso y los resultados de la enseñanza y el aprendizaje?



TeachAI es liderado por Code.org, ETS, la International Society for Technology in Education, Khan Academy, y the World Economic Forum.



¿Cómo pueden los estudiantes convertirse en consumidores críticos y creadores responsables de IA?

Enseñar a los estudiantes a ser consumidores críticos y creadores responsables de IA implica integrar consideraciones éticas y sociales en la enseñanza de las Ciencias de la Computación (CC). Los docentes de CC están incorporando a sus planes de estudio debates sobre transparencia, responsabilidad, exactitud de la información, privacidad, equidad y diseño ético. Estas lecciones capacitan a los estudiantes para evaluar los

resultados de la IA de forma crítica, comprender las implicaciones de la IA en la sociedad y diseñar tecnologías que den prioridad a la equidad y la responsabilidad. Más que ninguna otra asignatura, CC ofrece la oportunidad de explorar las repercusiones sociales y éticas de la IA, aprendiendo cómo se entrenan los modelos de IA, comprendiendo cómo funcionan y desarrollando sus propios modelos.

Desde la producción de deepfakes hasta la amplificación de prejuicios de género, raciales y culturales, el potencial de la IA para dañar a individuos y comunidades está en el punto de mira, lo que está creando una creciente demanda para incorporar consideraciones sociales y éticas a la enseñanza de las CC.

Un componente esencial de la enseñanza de la IA a los estudiantes es capacitarlos para entender cómo se construyen los modelos de IA y para pensar de forma crítica sobre los beneficios, los perjuicios, las posibles salvaguardias y las personas y comunidades afectadas por esta poderosa tecnología. A medida

que la enseñanza de las CC implique consumir y crear IA, los estudiantes también deben aprender a preguntarse si deberían utilizarla y por qué.

“En lo que respecta a la enseñanza de la IA, no podemos permitirnos el lujo de esconder la cabeza bajo tierra. Los docentes de CC tienen la oportunidad y la responsabilidad de guiar a los alumnos para que comprendan las implicaciones sociales y éticas de la IA: lo bueno y lo malo, los beneficios y los perjuicios, las posibilidades y las realidades.”

- Charity Freeman, CSTA Board Chair

Consumidores críticos, creadores responsables

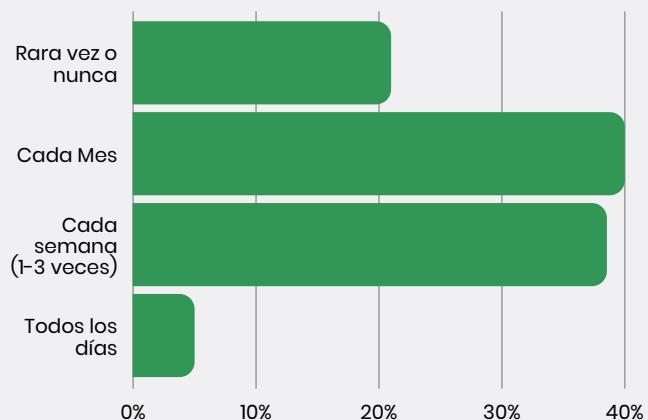


Según Reimagining CS Pathways: High School and Beyond, las repercusiones sociales de las Ciencias de la Computación y las implicaciones éticas relacionadas son los temas de mayor importancia entre la comunidad educativa de CC. [Reimagining CS Pathways: High School and Beyond.](#)

Además, el 66% de los docentes de CC que respondieron a una encuesta CSTA/TeachAI (mayo de 2024) afirmaron que las conversaciones sobre IA han ayudado a los estudiantes a comprender las problemáticas sociales y éticas que rodean a la IA. Las preocupaciones éticas sobre la IA también surgieron como uno de los temas de aprendizaje profesional más solicitados.

En este documento, destacamos algunas de las consideraciones éticas y sociales de la IA y ofrecemos algunas prácticas para desarrollar consumidores de IA críticos y creadores de IA responsables.

→ ¿Con qué frecuencia complementa su plan de estudios de CC para incluir debates sobre preguntas éticas relacionadas con la IA, como el sesgo algorítmico, la ciudadanía digital y la privacidad?



Transparencia y Responsabilidad

En general, los sistemas de IA se perciben como opacos, con fuentes de datos desconocidas y procesos de toma de decisiones inescrutables.

Cuando se les explica cómo funcionan los sistemas de IA, los docentes se muestran menos reticentes a utilizarlos en sus aulas y menos preocupados por el impacto de la tecnología en la autonomía personal. Las primeras investigaciones sugieren que es más probable que los docentes confíen en la IA cuando tienen la posibilidad de revisar y anular sus recomendaciones. ([Nazaretsky et al., 2022](#)).

Cuando se les preguntó sobre los riesgos potenciales de incluir la IA en el aula, los docentes de CC que respondieron a la encuesta CSTA/TeachAI hicieron hincapié en que los estudiantes deben ser conscientes de que la IA comete errores y puede tener impactos sociales dispares, a menudo perpetuando el daño en las comunidades marginadas. Estas mismas preocupaciones se citaron con frecuencia como razones para que los estudiantes profundizaran en sus conocimientos básicos de CC.



Práctica en el aula: crear [tarjetas de modelos o fichas del modelo](#) que expliquen el uso pretendido, el conjunto de datos de entrenamiento, la precisión y las limitaciones de un modelo de clasificación o predicción.

“Los estudiantes están más capacitados para participar en debates populares sobre IA cuando comprenden el aspecto técnico de las repercusiones éticas y sociales de la IA.”

– Sepehr Vakil, Associate Professor, Northwestern University

Exactitud e integridad de la información

La IA facilita que actores poco éticos produzcan desinformación y desinformación imitando voces, imágenes y videos

Durante el curso 2023-24, padres y estudiantes de California, Nueva Jersey y Washington dieron la voz de alarma sobre la IA: compañeros de clase utilizaron generadores de imágenes basados en IA para crear [**«deepfakes»**](#) explícitos a partir de fotografías en línea y difundieron las imágenes en las redes sociales. Distritos por autoridades educativas respondieron actualizando sus directrices sobre redes sociales y educando a los estudiantes sobre el uso apropiado y aceptable de las herramientas de IA generativa (Gen AI), al tiempo que instaban a otros a aprender más sobre la desinformación. Existe una amplia gama de problemas de autenticidad de contenidos, desde obras creativas que imitan a artistas específicos hasta deepfakes en el proceso democrático, que plantean importantes preocupaciones éticas y jurídicas sobre la originalidad, el consentimiento y el potencial de la desinformación.

«Los estudiantes pueden potencialmente hacer un mal uso de la IA para sí mismos y para los demás, pero enseñarles y ser abiertos sobre los beneficios y los efectos nocivos y las ventajas y desventajas potenciales superan con creces los riesgos potenciales.»

- Art Lopez, Project Manager, Coding Our Future, University of California, San Diego

«Los problemas difíciles de la educación en IA y ML se reducen a los valores cívicos, la filosofía, la ética, la equidad, el sesgo, la transparencia, la explicabilidad. Podemos aprender de los docentes de ciencias sociales».

- Ben Shapiro, Associate Professor, University of Washington

Derechos de privacidad

Los datos recopilados por sistemas y herramientas educativas impulsadas por IA generan preocupaciones sobre los derechos de privacidad de los estudiantes.

En marzo de 2024, una coalición de 41 organizaciones educativas y de derechos civiles escribió al Departamento de Educación de los Estados Unidos, solicitando que se ponga fin a la financiación de los sistemas de seguridad impulsados por IA en las escuelas K-12. Estaban preocupados por el [**potencial de la IA para violar los derechos civiles de los estudiantes**](#). Lo que resultaba especialmente alarmante, según el grupo, era el creciente uso de tecnologías de reconocimiento facial, la vigilancia de redes sociales, las evaluaciones de amenazas conductuales, la policía predictiva y otras herramientas de vigilancia.



Práctica en el aula: Práctica en el aula: Analizar la importancia de verificar las fuentes de información y explorar formas de validar los contenidos. Explorar casos en los que los resultados de la IA añaden valor a las personas y a la sociedad y casos en los que no lo hacen. Estudiar la importancia de citar las fuentes cuando se utiliza la IA.

A medida que los estudiantes entregan volúmenes crecientes de datos personales, incluidos los datos recopilados por herramientas educativas, deben comprender el potencial de combinarlos para divulgar información sensible. Además, los componentes de seguimiento y monitoreo en los sistemas de IA que predicen el rendimiento, las debilidades y las fortalezas de los estudiantes pueden inhibir su participación en la escuela. ([Akgun & Greenhow, 2021](#)).



Práctica en el aula: Analizar cómo, cuándo y por qué se recogen, analizan, interpretan y utilizan los datos personales de los alumnos. Considera cómo los responsables de la toma de decisiones pueden utilizar estos datos en su beneficio, incluso si es algo con lo que los alumnos no están de acuerdo. Hablar de los derechos de los alumnos y de cómo pueden excluirse de la recogida de datos.

"Cualquier persona que desarrolle tecnologías tiene la responsabilidad de mantener la ética como prioridad y crear cosas que no causen daño. Debería haber un compromiso o acuerdo por el que estas personas pasen, de modo que 'no hacer daño' sea la base de su profesión... Esto también debe ir acompañado de acciones."

- DaQuan Bashir, Professional Learning Manager, CSTA

Equidad y Justicia

Los efectos dispares de los sistemas de IA en los distintos grupos demográficos hacen saltar las alarmas sobre la equidad y la justicia en nuestra sociedad digitalizada.

Los sistemas de IA pueden reflejar y amplificar los sesgos implícitos de sus creadores. Comprender los sesgos de la IA implica entender cómo las personas crean tecnologías como los Modelos de Lenguaje Extenso (LLM) y cómo los sesgos pueden introducirse en todas las etapas de desarrollo, como la selección de datos de entrenamiento y la selección de las características de los datos de entrenamiento a las que dar prioridad. ([Broll & Grover, 2023](#)).

Los ejemplos de discriminación contra las mujeres, las personas económicamente desfavorecidas o las personas de color como consecuencia de los sesgos algorítmicos han aparecido en las decisiones de contratación, atención sanitaria, seguros y préstamos hipotecarios, además de en las evaluaciones de la justicia penal.

En 2016, el grupo periodístico sin ánimo de lucro ProPublica fue el primero en descubrir un [sesgo racial en COMPAS](#) (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions), un sistema basado en IA utilizado para predecir el riesgo de reincidencia de un acusado. El COMPAS identificaba falsamente a los acusados negros como probables futuros delincuentes con casi el doble de frecuencia que a los

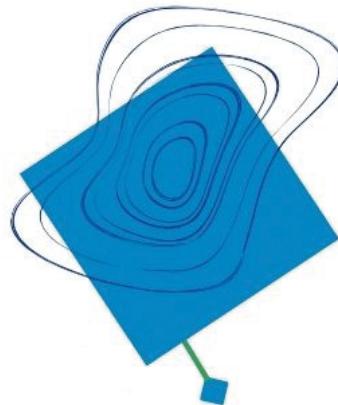
acusados blancos. El modelo de inteligencia artificial se entrenó con datos históricos de delincuencia y, como resultado, los individuos que formaban parte de un grupo demográfico históricamente perseguido por las fuerzas del orden tenían más probabilidades de recibir puntuaciones de reincidencia más altas. Una cuestión relacionada con el ejemplo del COMPAS es la transparencia, ya que los diseñadores del COMPAS se negaron a revelar detalles del programa informático y sus algoritmos.



Práctica en el aula: Analizar los pros y los contras del uso de la IA para diferentes proyectos y considerar cuándo otra solución podría ser una mejor opción. Debatir cómo podrían utilizarse las herramientas de IA para detectar y medir los sesgos en los conjuntos de datos.

"[T]odos los jóvenes necesitan saber si la IA con la que se relacionan a sabiendas o sin saberlo les ha tratado con justicia".

([Holmes et al., 2022, p.31](#))



→ IA responsable y justicia tecnológica

El artículo de la [Fundación Kapor Responsible AI & Tech Justice: A Guide for K-12 Education](#) ayuda a los educadores a desarrollar experiencias de aprendizaje que den prioridad a la evaluación crítica de las tecnologías y a la creación de soluciones más equitativas. Una recomendación es «examinar el ecosistema de creación de tecnología de IA, desde quién diseña y desarrolla los productos y cómo se desarrollan, hasta quién invierte en su creación y se beneficia de su adopción.»

Diseño ético

La transparencia, la responsabilidad, la equidad y la privacidad deben ser unos principios del desarrollo tecnológico.

El diseño ético reconoce que todas las tecnologías están integradas en sistemas sociales y reflejan las creencias de los diseñadores. El diseño ético tiene en cuenta los valores sociales, incluye a los usuarios potenciales en todo el proceso de diseño, especialmente a los más afectados, y sigue los principios de transparencia, explicabilidad, responsabilidad, equidad y privacidad.

En un estudio sobre algoritmos de recomendación y diseño ético, se demostró que estudiantes de tan sólo 10 años eran capaces de reconocer las agendas de diseño e identificar las influencias en dichas agendas ([DiPaola et al., 2020](#)). Se pidió a los estudiantes que identificaran las partes relevantes asociadas a YouTube y sus valores potenciales, fomentando preguntas sobre los datos recogidos de la plataforma, cómo influye en lo que ven y cómo afecta a sus creencias. A continuación, los estudiantes tuvieron la oportunidad de desarrollar sus propios objetivos y agendas de diseño utilizando principios de diseño ético.



Práctica en el aula: Al principio del proceso de diseño, haga que los estudiantes exploren diferentes personajes de usuarios. Emplear ejemplos representativos de usuarios potenciales con diferentes antecedentes, deseos, niveles de capacidad y perspectivas. Para obtener más información, consulta la Práctica 1: Fomento de una cultura de Ciencias de la Computación inclusiva ([Marco de CC K-12](#)).

→ AI4K12: Impacto social

La IA es una tecnología disruptiva que no sólo tendrá un impacto en la economía y el empleo, sino que también dará forma a las normas sociales y culturales ([5 grandes ideas del Marco AI4K12](#)).

Preocupaciones y prácticas éticas

Tema	Preocupación ética	Práctica en el aula
Transparencia y responsabilidad	En general, los sistemas de IA se perciben como opacos, con fuentes de datos desconocidas y procesos de toma de decisiones inescrutables.	Crear tarjetas de modelo que expliquen el uso previsto, el conjunto de datos de entrenamiento, la precisión y las limitaciones de un modelo de clasificación o predicción.
Exactitud e integridad de la información	La IA facilita a las partes poco éticas la producción de desinformación e información errónea mediante la imitación de voces, imágenes y videos.	Analizar la importancia de verificar las fuentes de información y explorar formas de validar los contenidos.
Derechos de privacidad	Los datos recogidos por los sistemas basados en IA y las herramientas educativas ponen de relieve los problemas de privacidad de los estudiantes.	Hablar de cómo, cuándo y por qué se recogen, analizan, interpretan y utilizan los datos personales de los alumnos.
Equidad y justicia	Los efectos dispares de los sistemas de IA en los distintos grupos demográficos plantean problemas de equidad y justicia.	Enumera los pros y los contras de utilizar la IA para distintos proyectos y considera cuándo otras soluciones pueden ser una mejor opción.
Diseño ético	La transparencia, la responsabilidad, la equidad y la privacidad son cruciales en el desarrollo tecnológico.	Tener en cuenta las necesidades de los distintos usuarios y considerar cuándo los riesgos del uso de la IA pueden superar los beneficios para un individuo o una comunidad.

Tres formas de actuar

¿Cómo pueden los estudiantes convertirse en consumidores críticos y creadores responsables de IA?

Reflexión	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo incorporar los problemas éticos y sociales relacionados con la inteligencia artificial a los contenidos de CC? ¿Cómo se pueden abordar los posibles desafíos al tratar temas delicados? ¿Qué se puede aprender de otras asignaturas? 2. ¿Cómo se puede modelar el uso ético y responsable de las herramientas de IA? ¿Qué medidas pueden tomar los estudiantes para comprender las limitaciones y los sesgos de las herramientas de IA y evaluar sus resultados de forma crítica? 3. ¿Qué datos comparten usted y sus alumnos en plataformas en línea y con sistemas de IA, tanto a sabiendas como sin saberlo? ¿Qué riesgos conlleva compartir datos personales?
Llamada a la Acción	<p>Redactores de normas</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Garantizar que las consideraciones éticas, las repercusiones sociales de la IA y la tecnología se incluyan en las normas de educación primaria y secundaria. 2. Conectar el impacto ético y social de la IA con el funcionamiento de la IA y el desarrollo de tecnologías de IA. 3. Desarrollar normas que integren la educación de CC con otras disciplinas, como la ciencia, los estudios sociales, la filosofía y la ética, para proporcionar una visión holística de los impactos sociales de la IA. <p>Proveedores de planes de estudios y desarrollo profesional</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir conversaciones deliberadas sobre los sesgos, la ética y el impacto de la IA en todo el plan de estudios. Proporcionar a los estudiantes preguntas de reflexión al principio y al final de cada proyecto. 2. Fomentar la toma de perspectiva preguntando sobre las historias de los usuarios y cómo podrían funcionar las herramientas. Enmarcar las posibles consecuencias positivas, negativas e imprevistas. 3. Crear espacios para conversaciones sinceras y preguntas reflexivas. Incluir protocolos de preguntas para fomentar una reflexión más profunda sobre cómo lo que se diseña afectará a los demás.
Estudio adicional	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo afecta la incorporación de consideraciones éticas, como la parcialidad y la imparcialidad, a los contenidos de CC a la comprensión y el análisis crítico de las tecnologías de IA por parte de los estudiantes? 2. ¿Cuáles son los métodos eficaces para enseñar transparencia y responsabilidad? ¿Cómo influyen estos métodos en la confianza de los estudiantes y en su disposición a comprometerse con las tecnologías de IA? 3. ¿Cómo pueden diseñarse las intervenciones educativas para reducir eficazmente los sesgos y promover la imparcialidad en los proyectos y la comprensión de la IA por parte de los estudiantes?



TeachAI es liderado por Code.org, ETS, la International Society for Technology in Education, Khan Academy, y the World Economic Forum.



El papel de la IA en la enseñanza de las Ciencias de la Computación

→ Resultados de una encuesta docente

Conclusiones principales

1 Los docentes de CC quieren enseñar con y sobre la IA.

La mayoría de los docentes (85%) cree que el uso y el aprendizaje de la IA deberían incluirse en las experiencias básicas de CC, y (80%) está de acuerdo en que los estándares de CC deberían incluir la IA. Además, el 87% afirma que los alumnos deberían aprender sobre las profesiones afectadas por la IA.

2 Los docentes de CC quieren apoyo para enseñar con y sobre la IA.

Un notable 88% de los docentes expresó la necesidad de formación profesional y recursos adicionales para enseñar eficazmente con y sobre la IA, lo que pone de relieve la necesidad de programas de desarrollo profesional actualizados.

3 La mayoría de los docentes de CC se muestran optimistas o neutrales sobre las posibles ventajas e inconvenientes de la IA en la enseñanza de CC.

Mientras que el 52% cree que los beneficios de la IA superan a los riesgos, el 43% ve una mezcla equitativa, y sólo el 5% dijo que los riesgos superan a los beneficios. Las principales preocupaciones son la dependencia excesiva de la IA, la posibilidad de plagio y problemas éticos como el sesgo en los sistemas de IA.

4 Los docentes de CC subrayan la importancia de enseñar a programar junto con la enseñanza de la inteligencia artificial, pero no se ponen de acuerdo sobre el momento en que los alumnos deben empezar a utilizar las herramientas de IA.

Los docentes creen que la programación es esencial para comprender, depurar y colaborar eficazmente con la IA, así como para desarrollar el pensamiento computacional, la resolución de problemas y el pensamiento crítico.

El 55% de los docentes de CC cree que los alumnos de las clases de introducción de CC deberían aprender a programar con IA, el 24% no está seguro y el 21% no está de acuerdo.

5 Los docentes de CC citan preocupaciones comunes sobre los sesgos, la desinformación, el exceso de confianza y las implicaciones éticas de las tecnologías de IA Gen.

En toda la encuesta, los docentes señalaron la necesidad de hablar con los alumnos sobre las repercusiones éticas y sociales de la IA.

Expresaron su deseo de recibir orientación sobre cómo debatir estos temas y cómo las herramientas de IA afectarán específicamente al aula.

La CSTA y TeachAI realizaron una encuesta en mayo de 2024 sobre el uso, las creencias y las actitudes de los docentes de CC hacia la IA.

- 364 respuestas de actuales docentes de CC
- 24% primaria, 76% secundaria
- 12% fuera de Estados Unidos
- 44% urbanos, 43% suburbanos, 13% rurales

El CSTA recopilará datos adicionales sobre estas preguntas en una encuesta sobre el panorama docente en otoño de 2024.

Contenido del plan de estudios de AI

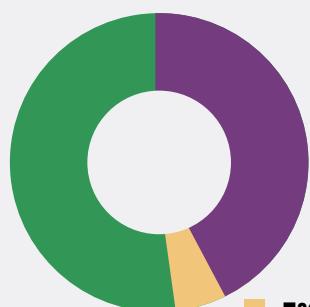
¿Por qué enseñar con y sobre IA?

Los docentes destacaron que comprender la IA es esencial para la futura vida personal y profesional de los estudiantes en la era digital. El 76% está de acuerdo en que la IA puede utilizarse para fomentar la creatividad en el aula de CC.

La mayoría de los docentes se mostraron optimistas o equilibrados sobre las ventajas y los inconvenientes de utilizar la IA en el aula.

→ Pensando en cómo podrían utilizarse las herramientas de IA en la enseñanza de CC...

52% afirma que los beneficios potenciales superan a los riesgos



43% opina que los beneficios y los riesgos potenciales son iguales

5% dijo que los riesgos superan los beneficios potenciales

¿Qué debemos enseñar sobre la IA?

Existe un fuerte consenso entre los docentes de CC sobre la importancia de la formación en IA:

- El 87% está de acuerdo en que los estudiantes deberían aprender sobre las profesiones afectadas por la IA.
- El 79% cree que los estándares de CC deberían actualizarse para incluir debates sobre la IA.
- El 85% cree que los alumnos de cursos introductorios deberían aprender sobre IA.

¿Cómo deben evolucionar los planes de estudios de CC?

Los docentes indicaron que los estudiantes deberían seguir aprendiendo conocimientos fundamentales de programación, incluidos temas como variables, bucles (loops), condicionales y temas que se aplican directamente a la IA, como estructuras de datos y algoritmos. Muchos abogaron firmemente por que los alumnos aprendieran sobre las repercusiones sociales de la IA en sus cursos básicos de CC. Muchos también respondieron que no estaban seguros de qué temas de CC deberían enfatizarse o cambiarse.

«No se puede eludir la necesidad de que los humanos dominen el orden de ejecución, las variables, la lógica, los condicionales, los bucles, las funciones, el diseño modular, etc.».

- Secondary CS Teacher, Maine, USA

"No creo que haya que eliminar ningún tema. Pero creo que hay que hacer más hincapié en las aplicaciones en el mundo real y en el futuro... Creo que la IA debe incluirse en las normas lo antes posible."

- Secondary CS Teacher, Pennsylvania, USA

"Siempre hay que hacer hincapié en la colaboración. Hay que hacer hincapié en la lucha por encontrar una solución a un problema. Hay que hacer hincapié en la comprensión de que hay múltiples maneras de resolver un problema."

- Secondary CS Teacher, Maryland, USA

"Creo que los temas deberían incluir más sobre la mecánica de las CC, el cambiante panorama laboral, la intersección de la vida cotidiana con las CC y los fundamentos de la IA para los estudiantes".

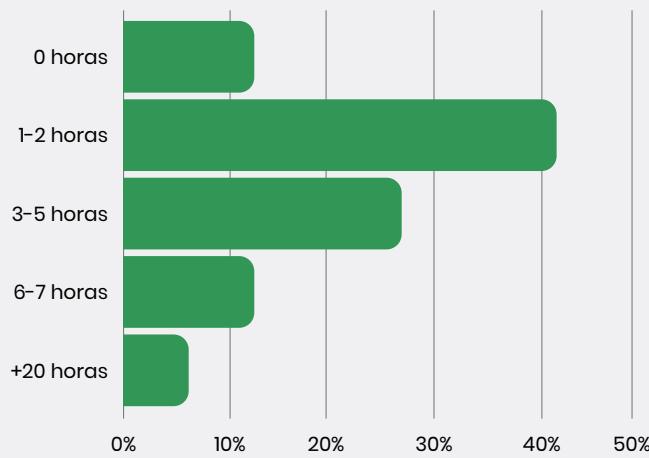
- Primary and Secondary CS Teacher, Ohio, USA

Métodos pedagógicos y apoyo

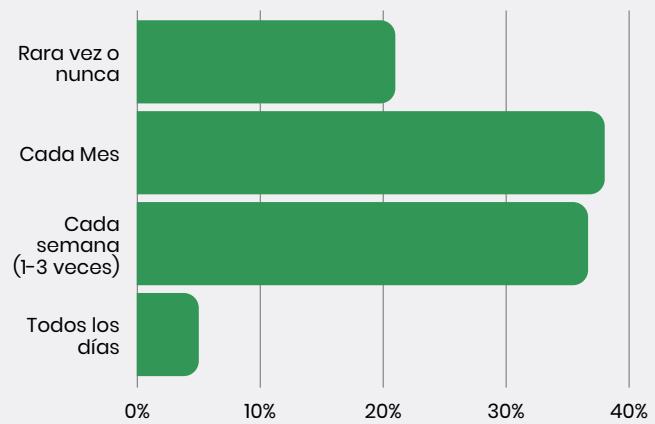
Con qué frecuencia imparten los docentes clases sobre IA?

Los docentes de CC enseñan a los alumnos cómo funciona la IA y debaten con ellos sus implicaciones éticas.

→ ¿Cuánto aprenden actualmente los estudiantes sobre IA en su plan de estudios de CC?



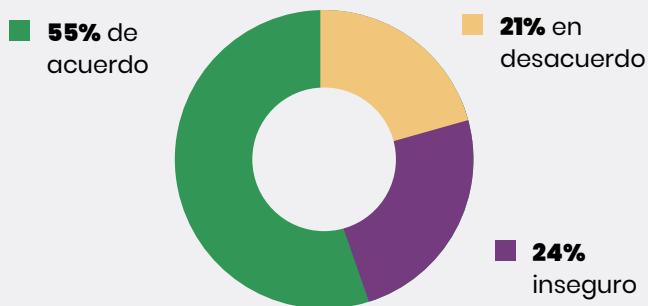
→ ¿Con qué frecuencia se debaten temas éticos relacionados con la IA, como el sesgo algorítmico, la ciudadanía digital y la privacidad?



¿Cuándo debe utilizarse la IA en el aula?

Hay división entre los docentes sobre cuándo introducir las herramientas de IA.

→ Los alumnos de las clases de la introducción de CC deberían aprender a programar con IA.



Curiosamente, el 54% de los docentes de secundaria está de acuerdo en que los alumnos deberían aprender a utilizar la IA en los cursos de introducción a la programación, frente al 62% de los docentes de primaria.

Qué temas de IA deberían incluirse en el desarrollo profesional del docente de CC?

Los docentes desean integrar debates equilibrados sobre las ventajas y los riesgos de la IA con proyectos prácticos, pero necesitan apoyo adicional para enseñar con y sobre la IA de forma eficaz.

- El 48% se siente actualmente preparado para enseñar IA.
- El 88% necesita más recursos para el aprendizaje profesional.
- El 4% no está de acuerdo en que necesite apoyo adicional.

“Quiero poder pasar más tiempo recopilando nuevos recursos para usar en mi aula y menos tiempo calificando trabajos y creando hojas de ejercicios y exámenes.”

- Primary CS Teacher, New Jersey, USA

“Para el desarrollo profesional adaptado a los docentes de CC, sería crucial centrarse en temas de IA como los fundamentos del aprendizaje automático, las consideraciones éticas en el desarrollo de la IA, la integración de los conceptos de IA en los planes de estudio y las aplicaciones prácticas de codificación..”

- Secondary CS Teacher, Bauchi, Nigeria

“Me encantaría ver más formación continua para docentes de CC de nivel elemental, con formas de preparar a estos jóvenes estudiantes sin recurrir necesariamente a la IA Gen. Además, los docentes necesitan más formación continua disponible para ellos. Hasta ahora, nuestro distrito no ha proporcionado ninguno, así que a menos que un docente esté muy motivado para buscar la comprensión por sí mismo, no lo está consiguiendo..”

- Primary and Secondary CS Teacher, Arizona, USA

Los temas más solicitados para el desarrollo profesional se centraron en cómo funciona la IA, cómo utilizarla y las repercusiones éticas de las herramientas de IA. Aunque estos temas no son exclusivos del aula de CC, los docentes identificaron su relevancia para el aprendizaje de CC y su importancia para el desarrollo de estudiantes digitalmente alfabetizados.



Aprendizaje y desarrollo de los estudiantes

¿Por qué los estudiantes deben seguir aprendiendo a programar?

Los docentes respondieron con mayor frecuencia que, dadas las herramientas de codificación de la IA Gen, los estudiantes deberían aprender a programar para poder desarrollar nuevas aplicaciones de IA Gen, comprender cómo funciona la IA y basar su trabajo en conocimientos fundamentales de Ciencias de la Computación.

"Aprender Ciencias de la Computación sigue siendo crucial para los estudiantes, incluso con el auge de la IA. Comprender los principios que subyacen a la codificación y el pensamiento computacional no solo permite a los estudiantes crear IA, sino que también les ayuda a comprender sus limitaciones, consideraciones éticas y posibles repercusiones sociales."

- Secondary CS Teacher, New York, USA

Los docentes destacaron que desarrollar un sólido «sentido del código» aprendiendo a programar es tan crucial con la IA como sin ella. Muchos docentes señalaron que la IA no genera código perfecto y que los alumnos deben tener una base sólida en programación para analizar, depurar y utilizar lo que crea la IA.

"Como ocurre con muchas partes de la educación, los estudiantes necesitan aprender la mentalidad y la lógica de la programación. Esto les permite corregir errores u optimizar un código mal escrito, ya sea de un compañero de clase o de una IA."

- Secondary CS Teacher, Kentucky, USA

Los maestros también promovieron la 'mentalidad de programador' y compartieron sobre el valor del pensamiento computacional, la resolución de problemas y las habilidades creativas desarrolladas en el aula de Ciencias de la Computación.

"La IA no sustituye al ingenio humano. Los estudiantes siguen necesitando aprender a resolver problemas, lógica, trabajo en equipo, comunicación, etc., que es el corazón de las CC."

- Secondary CS Teacher, Massachusetts, USA

"La codificación enseña a los alumnos a pensar computacionalmente, a resolver problemas, a pensar por pasos, a la causa y el efecto, a depurar (a encontrar y corregir sus errores) y a tener un pensamiento crítico. Estas habilidades no se cogen; se enseñan y se aprenden".

- Primary CS Teacher, New Jersey, USA

Cuáles son las ventajas potenciales del uso de la IA en las aulas de CC?

Los docentes de CC identificaron más frecuentemente los beneficios potenciales del uso de la IA en sus aulas como el aumento de las oportunidades de aprendizaje, la automatización de tareas y la preparación de los estudiantes para su futuro en el mundo digital.

- Por lo general, consideraban que la IA era útil para mejorar las oportunidades de aprendizaje de los alumnos, ya que reforzaba su compromiso, ampliaba el acceso y mejoraba su conocimiento de los contenidos.
- Describieron la capacidad de la IA para diferenciar los materiales didácticos, incluido el apoyo a la traducción para alumnos multilingües.
- También señalaron que la capacidad de la IA para proporcionar comentarios personalizados y ejemplos adicionales conduce a una comprensión más profunda de la información.

"Puede utilizarse para modelar o explicar código y conceptos con el fin de reforzar el aprendizaje del alumno. Puede crear ejemplos adicionales para que los estudiantes expliquen, crear código defectuoso para 'encontrar los errores', recomendar fuentes para la investigación, crear preguntas de muestra sobre un tema para ayudar a la preparación de exámenes."

- Secondary CS Teacher, New York, USA

Los docentes de CC valoraron positivamente la capacidad de la IA para automatizar tareas como el diseño de evaluaciones y lecciones y la evaluación del trabajo de los alumnos. Con la ayuda de la IA en sus sistemas de gestión del aprendizaje y en los procedimientos diarios del aula, los docentes pueden centrarse más en los alumnos que tienen delante.

"La IA puede liberar su tiempo para una enseñanza más personalizada al calificar tareas repetitivas y proporcionar comentarios instantáneos sobre el código de los alumnos".

- Secondary CS Teacher, California, USA

Al iniciar pronto a los alumnos en la IA -cómo funciona y cómo utilizarla-, los docentes los preparan para su futura vida personal y profesional en la era digital.

"[Estamos] preparando a los estudiantes para un futuro en el que la IA sea una herramienta que puedan utilizar y con la que puedan trabajar, no contra la que puedan trabajar o por la que puedan ser sustituidos".

- Secondary CS Teacher, Maine, US

Consideraciones éticas y prácticas

¿Cuáles son los riesgos potenciales del uso de la IA en las aulas de CC?

Las preocupaciones más comunes se referían a la dependencia excesiva de la IA, el plagio y los sesgos o problemas éticos. A los docentes de CC les preocupaba especialmente que los alumnos utilizaran la IA en lugar de aprender los contenidos, perdiendo tanto las competencias de programación como la experiencia de colaboración.

"Los estudiantes no tendrán que 'luchar' con los problemas. Podrán utilizar la IA para ayudar a depurar código o delinejar un programa. Los estudiantes utilizarán la IA para esa resolución colaborativa de problemas en lugar de enfrentarse a compañeros o docentes. Las habilidades de comunicación son realmente importantes para que los estudiantes las desarrollen".

- Secondary CS Teacher, Montana, USA

Los docentes de CC también señalaron que, sin ese conocimiento, los alumnos podrían sentirse más inclinados a utilizar la IA para hacer trampas en sus tareas.

"Sin supervisión ni uso intencionado, podría utilizarse indebidamente para crear código que los alumnos reclamen como propio".

- Secondary CS Teacher, Kentucky, USA

A los docentes también les preocupa que los sesgos de los algoritmos de IA puedan afectar a la comunidad escolar.

"Los sistemas de IA han mostrado sesgos y, en ocasiones, generan soluciones de codificación incorrectas. Esto podría provocar un aprendizaje inexacto o sesgado para los estudiantes, así como calificaciones discriminatorias si se emplea una herramienta de IA para evaluar.."

- Secondary CS Teacher, Arizona, USA

Por último, los docentes debatieron sobre la importancia de la privacidad de los alumnos y la protección de la información confidencial. Aunque estaban de acuerdo en que la IA podría beneficiar a los estudiantes al proporcionarles un apoyo personalizado, destacaron la importancia de la precaución y de comprender claramente qué datos se recopilan, cómo se utilizan y con qué fin.



TeachAI es liderado por Code.org, ETS, la International Society for Technology in Education, Khan Academy, y the World Economic Forum.

Acerca de Teach AI

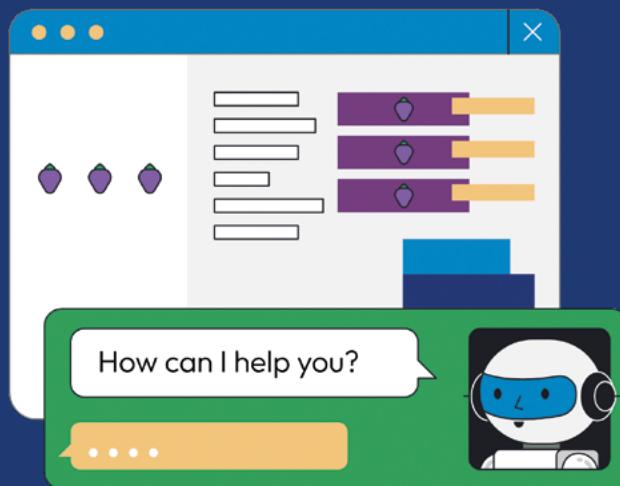
[**TeachAI**](#) reúne a líderes educativos y expertos en tecnología para ayudar a gobiernos y autoridades educativas a transformar la educación mediante la enseñanza con y sobre IA. La iniciativa está dirigida por Code.org, ETS, la Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación, Khan Academy y el Foro Económico Mundial, y cuenta con el asesoramiento de un grupo diverso de más de 150 organizaciones y gobiernos. Los objetivos de TeachAI incluyen orientar la política, aumentar la sensibilización y crear comunidad y capacidad.

Acerca del CSTA

La misión de la Asociación de Profesores de Ciencias de la Computación (CSTA) es capacitar, comprometer y defender a los docentes de CC K-12 de todo el mundo. Con más de 25.000 miembros, la CSTA apoya y promueve la enseñanza de las Ciencias de la Computación y otras disciplinas informáticas.

[**Computer Science Teachers Association \(CSTA\).**](#)





Visit teachai.org/cs



TeachAI is led by Code.org, ETS, the International Society for Technology in Education, Khan Academy, and the World Economic Forum.