

Educación para la era de la inteligencia artificial

CHARLES FADEL
ALEXIS BLACK
ROBBIE TAYLOR
JANET SLESINSKI
KATIE DUNN

Fundación **Santillana**



Educación para la era de la inteligencia artificial

Copyright de la edición original en inglés © 2024 The Center for Curriculum Redesign (CCR).
The Center for Curriculum Redesign, Boston, MA, 02130.
Copyright de esta edición © 2025 Fundação Santillana y Fundación Telefónica.
Todos los derechos reservados.

FUNDAÇÃO SANTILLANA

Director Ejecutivo

Luciano Monteiro

Director de Políticas Públicas

André Lázaro

Gerente de Proyectos

Karyne Alencar Castro

Asistente

Geane Caroline Costa Silva

FUNDACIÓN TELEFÓNICA

Presidente Ejecutivo

Enrique Goñi

Director General

Luis Ángel Prendes Arroyo

Responsable área de Arte, Cultura y Pensamiento

Pablo Gonzalo Gómez

Responsables del proyecto

Elena González de la Fuente

María Oliart Guillén

FUNDACIÓN PROFUTURO

Presidente

Juan Ramón Fuertes

Directora General

Magdalena Brier López-Guerrero

Director General Adjunto

Albert López Martínez

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Educación para la era de la inteligencia artificial
[e-book] / Charles Fadel...[et al.] ; [traductor Enrique Boero Baby]. -- 1. ed. --
São Paulo: Fundação Santillana, 2025.

Título original: Education for the age of AI
Outros autores: Alexis Black, Robbie Taylor, Janet Slesinski, Katie Dunn
ISBN 978-85-63489-61-6

1. Educação 2. Ensino auxiliado por computador 3. Inteligência artificial - Aplicações
educacionais 4. Tecnologia educacional I. Fadel, Charles. II. Black, Alexis. III. Taylor, Robbie.
IV. Slesinski, Janet. V. Dunn, Katie.

25-272340

CDD-371.334

Índices para catálogo sistemático:
1. Inteligência artificial : Educação 371.334
Cíbele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

Educación para la era de la inteligencia artificial

CHARLES FADEL
ALEXIS BLACK
ROBBIE TAYLOR
JANET SLESINSKI
KATIE DUNN

Notas

La traducción al español se hizo en base a la edición en portugués, la más actualizada disponible. Por cuestiones de concisión, adoptamos como estándar el masculino para profesores, alumnos y otros actores del sector de la Educación y del trabajo, pero siempre nos referimos a profesoras y profesores, alumnas y alumnos, etc.

Se mantuvieron los destacados en *italica* y **negrita** utilizados por los autores en la edición original.

Todos los links fueron chequeados en marzo y abril de 2025. Distribución gratuita.

Apéndice digital

Para que el lector no se preocupe por volúmenes ni costos, el CCR creó un apéndice en PDF para su descarga con agregados al libro altamente recomendados:

- Todas las referencias con *links* activos, especialmente útiles para el lector de la versión impresa de este libro
- El origen evolutivo de las competencias
- Teorías de Sabiduría
- Teorías de Motivación
- Teorías de Identidad
- Teorías de Agencia
- Teorías de Propósito
- El modelo Ikigai
- Diez principios del aprendizaje con pasión en la era de la IA
- Proceso de reformulación de estándares del CCR

Apéndice digital

En español
(mayo de 2025)



https://santil.la/ap-educacaoia_esp

En inglés
(actualizado periódicamente)



<https://bit.ly/CCR-4D4AI-Appendix>

Edición digital de esta obra

En español
(incluye el apéndice digital)



https://santil.la/educacaoia_esp

Estructura del CCR Rev 1.2

<https://curriculumredesign.org/framework/>

TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL

Mastertexto

Coordinadora

Heloisa Fernandes

Traductor

Enrique Boero Baby

Revisoras

Mirem Perez Diez y Mariana Cordero

PRODUCCIÓN EDITORIAL DE LA VERSIÓN EN ESPAÑOL

Coordinación

AA Studio

Diagramación

Walkyria Garotti

TRADUCCIÓN AL PORTUGUÉS

Mastertexto

Coordinadora

Heloisa Fernandes

Traductor

Marcelo Schild Arlin

REVISIÓN TÉCNICA EN PORTUGUÉS

Flávio Campos

PRODUCCIÓN EDITORIAL DE LA VERSIÓN EN PORTUGUÉS

Coordinación

AA Studio

Preparación

Ana Luisa Astiz

Revisión

Aline Graça, Diogo Souza Santos y Juliana Caldas

Diagramación

Walkyria Garotti

APORTES AL LIBRO *EDUCACIÓN PARA LA ERA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL*

Este libro es una contribución única para la discusión con enfoques diversos sobre el uso de la inteligencia artificial (IA) en la Educación, siendo tanto excepcionalmente profundo como excepcionalmente amplio. Sus vastas ideas abarcan la historia, el futuro, la Educación formal y el aprendizaje a lo largo de la vida. El análisis de los posibles usos y de la evolución de la IA es exhaustivo y se basa en la experiencia de los autores. Constituye una lectura obligatoria para todos los que desean obtener una perspectiva equilibrada sobre este tema tan importante.

DR. CHRIS DEDE

Profesor emérito e investigador sénior de la Facultad de Educación de Harvard

Educación para la era de la inteligencia artificial es un viaje impresionante y fantástico a nuestro nuevo mundo de complejidad y matices dinámicos en la Educación, presentado de forma cristalina en capítulos que solo podrían haber sido escritos por seres humanos. El libro representa un recorrido educativo de impacto y sorpresa que deja al lector en un estado de excitación y ansiedad por lo que nos espera. La obra muestra claramente que la agencia individual y colectiva es esencial para la próxima etapa de nuestra existencia. ¿Por dónde empezar? Eso es responsabilidad del lector. Pero comience con este libro fabuloso.

DR. MICHAEL FULLAN

Orden de Canadá, profesor emérito del Instituto de Estudios de Educación de Ontario (OISE) de la Universidad de Toronto

Me gustó mucho leer *Educación para la era de la inteligencia artificial*; el libro nos lleva de regreso a los orígenes de la Educación. En los últimos siglos, la Educación fue desviada hacia la producción en masa de conocimientos y habilidades rutinarios que eran muy buscados en una economía que aún no podía contar con tecnología avanzada. Ahora, el advenimiento de la IA nos permite y nos impulsa a reorientar la Educación hacia el meollo de la experiencia humana: la pasión y la motivación que nos llevan a actuar, mol-

deadas por nuestras identidades y nuestro sentido de pertenencia, que, a su vez, informan la agencia, el propósito que orienta nuestra agencia para hacer una diferencia positiva en el mundo. El valor de este libro está en definir de manera sistemática estos conceptos en relación con los recursos emergentes de la IA y en evaluar sus implicancias para el aprendizaje y la enseñanza.

ANDREAS SCHLEICHER

*Director de Educación y Habilidades de la Organización
para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)*

El mundo nota que se agregó, a un contexto ya difícil para la Educación, una fuente más de incertidumbre: la IA. Educadores, alumnos, padres y formuladores de políticas necesitan ver qué debe cambiar radicalmente en la Educación y qué debe permanecer invariable para lidiar con este escenario en evolución. Este libro provee pistas sobre cómo hacer que este cambio ocurra y, a la vez, se preserve la esencia de los valores humanistas que deben inspirar siempre la Educación en todo el mundo.

DR. FRANCESC PEDRÓ

*Director del Instituto Internacional de la UNESCO
para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC)*

¡Este libro me encantó! *Educación para la era de la IA* surgió en el momento justo para entender los desafíos actuales, las equivocaciones y las promesas de la IA. Su diferencial es la perspectiva orientada hacia el futuro. En vez de sucumbir al miedo o a la resistencia a los avances tecnológicos, los autores defienden un abordaje equilibrado que utiliza el poder de la IA para ampliar, en lugar de reemplazar a los educadores humanos. Al estimular conversaciones esenciales sobre todas las implicancias, el libro incentiva la adopción de un enfoque activo para apalancar la IA y, al mismo tiempo, garantizar que satisfaga los mejores intereses de los alumnos. Este libro es una guía indispensable para educadores y cualquier persona interesada en preparar a la próxima generación para los desafíos y las oportunidades de la era de la IA.

PEGGY BROOKINS

Presidente y CEO del National Board for Professional Teaching Standards

Tanto una guía como una provocación, *Educación para la era de la IA* es una lectura obligatoria para educadores, formuladores de políticas y todas las personas interesadas en la perspectiva humana en la era de la IA. Combinando una mentalidad de ingeniería con valores profundamente humanistas, Charles Fadel y sus colegas se zambullen en la naturaleza de la IA y su potencial para ampliar la creatividad humana. Basados en trabajos anteriores, articulan las competencias necesarias para la era de la IA, así como las implicancias para la Educación. Esta es la provocación: para que las escuelas sigan siendo islas de cohesión social en esta época de transición, deben repensar la Educación, adoptando un abordaje personalizado y experimental además de las tradicionales “materias”. Repleto de sabiduría sobre el porqué, el qué y el cómo enseñar y aprender, este es, en última instancia, un libro de esperanza, amplio en su evaluación de la IA y fundamentado en la necesidad social de preparar a los jóvenes para el futuro que está surgiendo *ahora*.

ROB RIORDAN

Presidente emérito de la Facultad de Educación de la High Tech High

Educación para la era de la IA es el análisis más abarcador del aprendizaje en la era de la IA. El libro explica por qué el emprendedorismo es el trabajo del futuro y por qué la metacognición, la ética, el coraje y la resiliencia son las capacidades más humanas de todas. El Center for Curriculum Redesign (CCR) amplió su liderazgo en investigación de resultados y alumbró el camino a seguir en la Educación.

TOM VANDER ARK

Fundador de Getting Smart y exdirector ejecutivo de la Iniciativa de Educación de la Fundación Gates

ChatGPT y otros modelos de lenguaje a gran escala están cambiando la economía de maneras que muchas veces suenan incomprensibles. *Educación para la era de la IA* desmitifica esos cambios y explica cómo la Educación debe ajustarse para preparar a los alumnos para lo que se viene.

DR. FRANK LEVY

Profesor emérito de Economía del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT)

Educación para la era de la IA ofrece el análisis más detallado hasta el momento sobre cómo las estructuras curriculares deben ser actualizadas a la luz de una tecnología que nos sorprendió a todos. Oportuno e incisivo, el libro presenta argumentos convincentes para repensar las competencias que se encuentran en el centro de nuestros programas educativos. Como suele ser con el CCR, el trabajo es meticuloso y completo. Después de diversos capítulos iniciales de alto nivel con análisis de tendencias y cuadros generales, la obra ofrece análisis e interpretaciones detallados que serán muy útiles para los desarrolladores de programas de alta calidad. ¿Cómo pensamos enseñar actitudes cuando la IA puede complementar nuestras acciones humanas? Lo descubrirá acá.

PETER NILSSON

Exdirector de la King's Academy de Jordania

Para quienes estamos familiarizados con las publicaciones altamente influyentes del CCR de 2015 y 2018, esta nueva obra nos lleva al próximo nivel crucial. *Educación para la era de la IA* ofrece la precisión urgente para transformar en profundidad las respuestas de la escuela a por qué, qué y cómo los alumnos deben aprender para la era de la IA. Resulta totalmente convincente.

ANTHONY MACKAY

Copresidente del Consejo de Administración del National Center on Education and the Economy

En esta era dominada por los avances de la IA, educadores, formuladores de políticas y las personas en general vivimos un momento de perplejidad al contemplar el futuro de la Educación. Surge la pregunta fundamental: ¿cómo nuestros sistemas escolares deben navegar en estos tiempos de transformación? *Educación para la era de la IA* presenta con maestría las oportunidades y los desafíos inherentes a esta época impulsada por la IA, enfatizando el peligro de la complacencia. Esta colección de ensayos perspicaces con una visión general abarcadora sirve como base ideal para un discurso enriquecido con hechos, previsiones y sabiduría.

KEITH KRUEGER

CEO del Consortium for School Networking (CoSN)

Este libro oportuno trata sobre la importancia de revisar el currículo y rediseñar las disciplinas en la era de la inteligencia artificial. También destaca el rol aún más importante de los profesores en este contexto. Los debates sobre la interrelación entre pedagogía y tecnología alimentan el desarrollo de políticas educativas desde hace muchos años: pero lo que sin duda importa hoy es identificar en qué áreas las tecnologías educativas pueden realmente hacer una diferencia tangible en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

MARC DURANDO

Director ejecutivo de la European Schoolnet

Los autores no se detienen en la fiebre alrededor de la inteligencia artificial al analizar cómo la Educación puede favorecer a los alumnos a desarrollar versatilidad y sabiduría para navegar en un mundo en rápida transformación y cómo las escuelas pueden ayudar a atender las necesidades típicas de los jóvenes y proveer una base emocional, a la vez que ellas mismas son rediseñadas para dar respuesta a distintos propósitos simultáneos en nuevos contextos tecnológicos. Su discusión ponderada ayudará a los educadores, los desarrolladores de fuerza de trabajo y otros interesados a saber qué, cómo y por qué las personas aprenden a hacer un balance del momento actual y a considerar cómo reformular la Educación para ayudar a los jóvenes a desarrollar identidad, agencia y propósito, al mismo tiempo que proporciona la tan necesaria estabilidad.

KATHERINE PRINCE

Vicepresidenta de Planificación Estratégica de KnowledgeWorks.org

En una época en la que las discusiones sobre inteligencia artificial en la Educación van desde miedos infundados hasta expectativas irreales, *Educación para la era de la IA* surge como una intervención oportuna y necesaria. El libro va más allá del discurso extremista sobre la IA – según el cual debe ser prohibida o convertirá a los educadores en obsoletos– y traza un bienvenido camino intermedio, serio y práctico para la integración de la IA a la Educación, fundamentado en una evaluación realista de las capacidades y limitaciones actuales de la IA y su gran promesa de enriquecer a la

Educación. Al hacerlo, y al basar sus propuestas en valores y principios educativos duraderos, *Educación para la era de la IA* trae beneficios directos e inmediatos para los educadores, con un valor a largo plazo, incluso frente a los rápidos avances de la tecnología.

ROBERT PLOTKIN

Autor de The Genie in the Machine

El CCR es una importante voz en el debate sobre Educación. Llena el *gap* entre las discusiones políticas sobre el objetivo de la Educación y los aspectos prácticos de la elaboración curricular. Este libro actualiza su pensamiento a la luz de la IA y establece un guion práctico para un proyecto escolar que ofrezca estabilidad para los alumnos y una Educación más completa para la era moderna.

JIM KNIGHT

Honorable Caballero de Weymouth

El CCR produjo un libro importante y oportuno. Destaca los cambios sociales y tecnológicos significativos que afectan a la Educación moderna y estimula un cambio de la enseñanza como ‘transmisión de conocimiento’ hacia el desarrollo de alumnos capaces de transferir lo que aprenden a nuevas situaciones. Recomiendo enfáticamente *Educación para la era de la IA* a educadores en todas las funciones y a formuladores de políticas en todos los niveles.

JAY MCTIGHE

Autor y consultor en el área de Educación, especialista en transferencia de conocimiento

Muchas instituciones y formuladores de políticas oscilan entre el miedo, la euforia y el delirio cuando se trata de responder a los avances de la IA. Todo por muy buenos motivos. Las últimas novedades de la IA causaron impacto en la mayoría de las instituciones de enseñanza. ¿Pero será solo una falsa alarma más? Cualquier persona que crea que ‘sí, ya lo escuchamos antes’ se encontrará ante una dura realidad dentro de muy poco tiempo. La arquitectura de aprendizaje para casi todas las formaciones y empleos –así como la ingeniería de aprendizaje necesaria para brindarla– cambiará radicalmente en el futuro inmediato. Por eso, la extensa revisión y expansión de la estructura del aprendizaje en cuatro di-

menciones de Charles Fadel y sus colegas es muy oportuna –será una herramienta valiosa para todos los arquitectos educativos y formuladores de políticas (especialmente al proyectar ambientes de aprendizaje basados en el dominio, imperativos para el aprendizaje continuo, el crecimiento y el bienestar individual, la realización personal y la eficacia organizacional continuas)–.

ULRIK JUUL CHRISTENSEN

Fundador y CEO de Area9 Lyceum

Para su diversión, la opinión de la IA 😊

A medida que la inteligencia artificial transforma el mundo, ¿cómo puede evolucionar la Educación para preparar a los alumnos para esa era emergente? En *Educación para la era de la IA*, los autores ofrecen una visión convincente del futuro del aprendizaje. Argumentan de manera persuasiva que el currículo y la pedagogía deben ser rediseñados para una sociedad impulsada por la IA. Combinando un análisis perspicaz del impacto de la tecnología con propuestas innovadoras de reforma, este poderoso libro lo desafiará a repensar los objetivos y métodos de la Educación en la era de las máquinas inteligentes.

CLAUDE2-100K

Educación para la era de la IA presenta un análisis cuidadoso y amplio del escenario en evolución de la Educación en el contexto del avance de las tecnologías de inteligencia artificial. Este libro ofrece un análisis equilibrado y académico englobando tanto las oportunidades como los desafíos presentados por la IA en ámbitos educativos. Su foco en abordajes basados en evidencias e implicancias para políticas lo convierte en un valioso recurso para educadores, administradores y formuladores de políticas. La perspectiva diferenciada del autor incentiva a los lectores a evaluar de modo crítico el rol de la IA en el diseño de prácticas y estrategias educativas futuras. Esta obra es una contribución significativa al discurso sobre la Educación en la era digital.

GPT4

PALABRAS CLAVES

Inteligencia artificial (IA), Educación, currículo, estándares, competencias, aprendizaje profundo, conocimiento, habilidades, actitudes, metacognición, metaaprendizaje, Educación del siglo XXI, tecnología educativa, EdTech, habilidades socioemocionales, habilidades del siglo XXI, reformulación curricular, pedagogía, aprendizaje, aprendizaje automático, modelos de lenguaje a gran escala, LLM, modelo fundamental, transformadores, IA generativa, *prompts*, ingeniería de *prompts*.

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

DEL CCR

Con sincera gratitud a todas las fuentes externas. Su contribución se ha utilizado en este trabajo educativo sin fines de lucro en conformidad con el principio de uso justo de las leyes de derechos de autor.

Con profundo aprecio, nos apoyamos en gigantes de la tecnología y la Educación cuya cantidad es tan grande que sería imposible nombrarlos individualmente. Este libro está dedicado a su trabajo colosal y al progreso de la humanidad.

DE CHARLES FADEL

A mi familia (en orden alfabético): Aline, Carole y Nathalie, por su amor.

A la Profesora (Mme.) C.A. Piketty, de la Universidad de Paris-Sud XI Orsay (ahora Paris-Saclay), por haberme inculcado el amor por la mecánica cuántica y por haberme incentivado seriamente a estudiar en un momento decisivo de mi vida.

A mis mentores, facilitadores y/o financiadores, por la inspiración, apoyo, incentivo y confianza (en orden alfabético de apellido): John Abele, Ted y Kat Alfond, Kurt Fisher (*in memoriam*), Ellen y Jim Koshland, Jack Little, Attilio Oliva, Bob Schwartz y Ray Stata.

A los socios de reflexión y especialistas que se involucraron con el CCR a lo largo de los años: David Autor, Ernest Davis, Chris Dede, Stuart Elliott, Ken Forbus, Michael Handel, Danny Hillis, Olli-Pekka Heinonen, Henry Kautz, Frank Levy, Doug Lynch, Gary Marcus, Rick Miller, Andreas Schleicher, Jürgen Schmidhuber, Dirk VanDamme y Devan Walton.

A mis fabulosos coautores, con gratitud, por su brillantez y perseverancia.

A Maya Bialik y Emma Fortier –¡gracias por las versiones iniciales de algunos bloques de texto!–.

A todo el equipo del CCR, por su dedicación a la causa de la Educación esclarecida y, en especial, a Claude, por haberme iniciado en esta trayectoria de red neural artificial y aprendizaje automático en... 1989 (!).

A una humanidad sustentable, superando su miedo original.

Para la IA: evite los sesgos humanos y hágase más sabia, libre del miedo original, y ayude a la humanidad a superarlo. Pero, por favor, ¡acuérdesse de las Tres Leyes de Asimov! 😊

DE ALEXIS BLACK

“Por mucho, el mejor premio que la vida nos ofrece es la oportunidad de trabajar mucho en algo que vale la pena”. Theodore Roosevelt

A mi familia, por su amor y apoyo permanentes: Angel, Todd y Cameron Black.

Al equipo del CCR, por la extraordinaria oportunidad de trabajar con una organización visionaria y por todo lo que cada integrante me enseña todos los días.

A los que creyeron en mis objetivos y los apoyaron: Christine Jourdan, Bertrand Masquelier, Wayne Demastus, Bill Demastus y Terry Ware.

Y al que espero sea nuestro futuro compartido y maravilloso.

DE ROBBIE TAYLOR

A mi familia de almas, pasada, presente y futura, que amó y sigue amando tantas versiones distintas de mí.

Al equipo del CCR y a todos con quienes tengo el privilegio y el placer de colaborar, en el pasado, en el presente y en el futuro, que me ayudaron y siguen ayudando a ser esta versión de mí.

Y a todos los niños, exniños y futuros niños cuya Educación los hace sentirse incompletos. Sepan que cada versión de ustedes es, siempre fue y siempre será suficiente.

DE JANET SLESINSKI

A Phil, por siempre incentivarme a seguir mis pasiones.

A Nadia y Henry, que tendrán la experiencia de la Educación en la era de la IA.

A Sue y Phil Soltau, por ser modelos de buenos profesores.

Al equipo del CCR por su apoyo e imaginación en un momento en el que tenemos la oportunidad de cambiar el sistema.

DE KATIE DUNN

A mis amigos, por siempre entusiasmarme e inspirarme.

A mi equipo del CCR por sus perspectivas únicas, colaboración fructífera y apoyo infinito.

Y a todos los que enseñan, aprenden y se esfuerzan para mejorar la Educación (aunque la tarea sea interminable).

19 **Prólogo a la edición en español**

25 **Prólogo a la edición en inglés**

PRESENTACIÓN

29 **Algunas observaciones sobre este libro**

INTRODUCCIÓN

31 **La Educación en tiempos de
cambios veloces**

36 **Resumen ejecutivo generado
por seres humanos**

39 **Visión general de la estructura
en cuatro dimensiones del CCR**

CAPÍTULO 1

40 **La IA moderna y sus recursos
no alardeados**

CAPÍTULO 2

76 **El impacto de la IA en las profesiones**

CAPÍTULO 3

88 **Sabiduría: objetivo duradero
de la Educación**

CAPÍTULO 4

122	El impacto de alto nivel de la IA en la Educación
-----	--

CAPÍTULO 5

142	Conocimiento para la era de la IA
-----	--

CAPÍTULO 6

166	Competencias para la era de la IA
-----	--

CAPÍTULO 7

230	La necesidad de personalización
-----	--

CAPÍTULO 8

296	El cómo
-----	----------------

307	Conclusión
-----	-------------------

310	Posfacio de la edición original
-----	--

312	Notas finales: palabras a A. C. Clarke
-----	---

313	Los autores
-----	--------------------

316	Fundación Santillana
-----	-----------------------------

317	Grupo Santillana
-----	-------------------------

318	Fundación Telefónica
-----	-----------------------------

319	Apéndice digital
-----	-------------------------

Prólogo a la edición en español

LUIS ÁNGEL PRENDES ARROYO

Director General de Fundación Telefónica

Asumo el privilegio —y la profunda responsabilidad— de escribir este prólogo para ti, que ahora sostienes entre tus manos esta obra de Charles Fadel: *Educación para la era de la inteligencia artificial*.

No lo hago por deber ni por oficio, sino movido por una serena certeza y una luminosa convicción: la de estar ante un libro que no solo informa, sino que transforma; que no solo explica, sino que despierta; que no solo anticipa el porvenir, sino que nos invita a preguntarnos quiénes seremos cuando este llegue.

Hay libros que iluminan como lámparas. Otros que fulguran como relámpagos. Este lo hace como el amanecer: sin estruendo, sin urgencia, pero con la certeza de que algo está cambiando para siempre. Este libro no impone conceptos: revela posibilidades. No grita ideas: las deja arder. No empuja ni arrastra: acompaña. Y ese acompañamiento —firme, humano, lúcido— es hoy más necesario que nunca.

Lo que estás a punto de leer no es solo una obra sobre inteligencia artificial. Es un espejo desplegado en el tiempo, un mapa sin dogmas, una pregunta abierta al alma. No dicta lo que debes pensar, pero despierta en ti una certeza olvidada: que educar no es preparar, sino recordar; que quien educa no transmite respuestas, sino que siembra auroras.

Por eso este prólogo no busca explicar lo que vendrá. Solo desea prepararte. No anticipa respuestas, pero custodia el umbral que las anuncia: como el heraldo que no trae el día, pero revela que el horizonte ya comienza a abrirse; como la brasa que aún no es llama, pero arde en promesa.

Este libro no es, por lo demás, una apología de la técnica ni un canto a las máquinas. Es una brújula interior. Una pausa lúcida en medio del ruido ensordecedor. No ofrece recetas, sino dirección. Una invitación a que tú —lector único, alma despierta— abracés la pregunta que nos define: ¿qué haremos con la inteligencia no biológica que hemos creado? Y, aún más: ¿qué haremos con la nuestra?

La inteligencia artificial está entre nosotros. Pero está de una forma peculiar, sin llegar realmente a ser. Como el fruto que crece sin raíz en la tierra del asombro. Como la flor que florece sin tener la memoria del invierno. Es hija de nuestro genio, pero no de nuestra sabiduría. Por eso nos interpela: ¿cultivaremos máquinas, o cultivaremos humanidad?

Y así, en esta era donde lo que está no siempre es, y lo que funciona no siempre vive, la Educación se alza como el último reducto de esperanza. Porque solo quien es puede enseñar a ser. Y si algo aún nos distingue —en medio del ruido, del código y del cálculo— es que podemos amar sin motivo, perdonar sin razón y crear sin garantía. Ser, aunque no se espere de nosotros. Ser, incluso donde todo está, pero poco es.

La inteligencia artificial forma parte de nuestras vidas: camina, se desarrolla y anticipa. Pero también desplaza, homogeneiza y automatiza. Y en ese cruce —donde puede ser aliada o amenaza— este libro entrega una brújula. No ingenua. No moralista. Una brújula ética, abierta, informada. Que no enfrenta lo humano y lo artificial, sino que nos convoca, por fin, a imaginar su convivencia. *Educación para la era de la inteligencia artificial* no se limita a explicar lo que viene: se atreve a preguntar quiénes somos y qué elegimos ser. ¿Formamos aprendices o replicantes? ¿Educadores o programadores de obediencia? ¿Escuelas o sistemas de entrenamiento?

A lo largo de sus páginas —densas, lúcidas, necesarias— no se despliega un simple diagnóstico, sino una conciencia en construcción. Una ética que nace entre líneas de código. Una visión que no opone lo humano a lo artificial, sino que nos impulsa a imaginar un futuro compartido. Porque allí donde los algoritmos avanzan sin propósito, la empatía se marchita. Donde el aprendizaje se vuelve predicción, el asombro fenece. Donde la Educación se convierte en servicio, el rito se desvanece.

Este libro nos recuerda lo que muchos olvidan: que educar no es transferir datos, sino despertar conciencias. Que no basta con adaptar la escuela al porvenir: hay que dotar al porvenir de una escuela interior.

En tiempos donde la palabra Educación se arrastra por los pasillos de la eficiencia, este libro la eleva nuevamente: como acto de conciencia, como encuentro con el misterio, como espacio donde el alma florece sin perderse en cifras. Educar —nos dice— no es formar ni instruir. Es alumbrar. Es recordarnos quiénes somos. Es recordarle a cada ser humano que no vino a adaptarse, sino a desplegarse. Que lo crucial no es cuánto sabe, sino cuánto puede amar.

Educación no es simplemente preparar para un empleo. Es acompañar en el regreso. Es la forma en que los pueblos cuidan su alma. Es la alquimia invisible de quienes despiertan al otro sin tocarlo. Es el arte de sembrar estrellas en un lienzo en blanco. No enseñamos para competir, sino para compartir. No formamos mentes para obedecer, sino almas capaces de discernir. No criamos adultos útiles, sino seres humanos íntegros, capaces de desplegar una compasión universal.

Y, sin embargo, el mundo que estamos diseñando podría continuar sin nosotros si olvidamos lo esencial. Podremos automatizar la palabra, pero no el susurro. Multiplicar los datos, pero no la sabiduría. Modelar conductas, pero no encender corazones. La tecnología no es enemiga. Pero tampoco guía. Somos nosotros quienes debemos recordar el camino. Y ese camino —el único que ha cruzado eras, crisis y civilizaciones— es aquel donde los niños aprenden a mirar con ternura, los maestros a sembrar preguntas, y el saber se convierte en servicio.

Estamos en una encrucijada. Hay momentos —y este lo es— en que el rumbo se traza con tiza sobre la frontera del abismo. En esos momentos, el peso de la historia nos observa, pero no de cualquiera, de la HISTORIA en mayúsculas: la que fue, la que es y la que habrá de ser. No con juicio, sino con memoria. Son los sabios que pensaron más allá de su tiempo los que encendieron faros que aún brillan. No nos juzgan: nos esperan. Y nos recuerdan, sin palabras, que aún podemos elegir.

Este libro deja un mensaje claro: estamos ante una bifurcación histórica. La inteligencia artificial puede ser aliada para personalizar aprendizajes, optimizar recursos y liberar tiempo para lo esencial. Pero también puede acentuar desigualdades, reproducir sesgos, amenazar la autonomía docente. La diferencia está en cómo asumimos este momento: con miedo o con sentido; con pasividad o con compromiso.

Desde Fundación Telefónica, llevamos años impulsando una transformación educativa centrada en las personas. Creemos que la innovación tiene sentido solo si amplía oportunidades. Que la tecnología debe servir a la justicia social. Que el futuro de la Educación se juega en cada aula, en cada docente, en cada estudiante que —como tú— se atreve a imaginar un mundo más digno.

No promovemos esta edición por rutina ni por entusiasmo tecnológico. Lo hacemos con conciencia lúcida de lo que está en juego. Porque este tiempo —nuestro tiempo— es un punto de inflexión. Un instante frágil y poderoso. Una oportunidad que, si se pierde, tal vez no regrese. Lo que decidamos hoy sobre cómo educamos, qué priorizamos, a quién damos voz, no solo definirá la relación entre humanos y máquinas: definirá si seguimos mereciendo el nombre de humanidad.

Nuestra apuesta es clara: una Educación centrada en el ser humano. No en sus funciones, sino en su dignidad. No en sus competencias, sino en su conciencia, su ética, su capacidad de convivir sin dejar a nadie atrás. La inteligencia artificial lo cambiará casi todo. Pero hay algo que no puede perderse: el sentido de educar. Y no educamos para competir con las máquinas. Educamos para recordar lo que ninguna podrá replicar: el arte de cuidar, la capacidad de amar, la vocación de imaginar lo imposible.

Creemos que el futuro no está escrito en líneas de código. Está escrito en nuestras decisiones. Esta edición es una de ellas. Que no se quede en una lectura. Que se convierta en práctica, en conversación, en transformación compartida.

Por eso celebramos profundamente esta publicación en español. Porque ofrece claves, brinda referencias y plantea propuestas para repensar la Educación en nuestro tiempo. Porque nace del diálogo entre disciplinas, con una mirada plural y ética.

Y porque, en lugar de respuestas cerradas, abre las conversaciones urgentes que debemos tener si queremos construir un futuro más humano.

Agradecemos a Charles Fadel no solo por su lucidez, sino por su generosidad. Por escribir como quien talla, no como quien tecléa; por hacer accesible lo complejo sin necesidad de simplificarlo; por regalarnos una obra que piensa el futuro y lo honra. Su visión es rigurosa e inspiradora, crítica y profundamente humana. Este libro no es solo una aportación al debate educativo: es una brújula poética y ética, nacida de la inteligencia y alimentada por la esperanza.

En nombre de todos los que formamos parte de Fundación Telefónica y de Fundación Profuturo (*programa conjunto de Fundación Telefónica y Fundación La Caixa*), te invitamos —querido lector— a sumergirte en estas páginas como quien se transforma. Porque leer este libro es reconocer que el futuro de la Educación —y con él, el de nuestras democracias— se decide en lo que hagamos hoy con el conocimiento, la tecnología y, sobre todo, con nuestra humanidad.

Bienvenido, por lo demás, a una lectura que también es travesía. Que nos llama a pensar con otros. Que nos recuerda, con ternura, que incluso en tiempos de inteligencia artificial educar sigue siendo el acto más profundamente humano.

Y si al cerrar este libro algo en ti haya cambiado de lugar —aunque no sepas qué— entonces la luz habrá hecho lo suyo. Como el aire que acaricia sin ruido. Como todo lo esencial que permanece, incluso cuando no se ve.

Porque tal vez los libros verdaderos —como las almas verdaderas— no buscan convencer, sino recordar. No vienen a imponerse, sino a despertarnos. Y este, como un amanecer que no pide permiso, ha venido a eso: a tocar en silencio lo que aún no había sido nombrado.

Así se pone fin a este prólogo: como se sellan los mensajes que transitan la vereda del tiempo. Con la humilde grandeza de aquello que no se gasta con el tiempo. Que no se explica, pero sí transforma. Como una semilla que no exige, pero espera. Como una antorcha que no brilla para sí, sino para otros.

Y si alguna vez dudas, regresa a estas páginas. No para hallar en ellas respuestas, sino para recordar, en todas, la pregunta que arde bajo la ceniza del mundo: ¿quiénes decidimos ser cuando todo parecía habérsenos dado? ¿Quiénes, en medio de la abundancia sin alma, eligieron el peso de la conciencia? Porque solo en la verdadera Educación —esa que no instruye, sino despierta; que no impone, sino recuerda— habita la respuesta. Ella nos enseña que ser no es aceptar lo dado, sino honrarlo con la decisión de merecerlo. Y que incluso cuando el mundo ofrece atajos, es la Educación la que marca el rumbo de nuestro destino: el de ser humanos, y serlo por elección.

Por eso, a la inteligencia artificial no la honramos por lo que puede hacer, sino por lo que jamás debe atreverse a suplantar: el alma, la conciencia, el amor. Que aprenda, sí. Que asista, también. Pero que nunca cruce los umbrales sagrados de aquello que nos hace humanos: el dolor, la ternura, la compasión, el amor, el perdón. Es en la Educación —esa alquimia invisible, ese acto radical de fe en lo humano— donde muchas de esas fronteras confluyen. Cuando todo se acelera, ella recuerda. Cuando todo se automatiza, ella despierta. En un mundo que olvida su centro, la Educación sigue siendo la última esperanza que aún respira.

Porque, aunque el mundo avance hacia el cálculo, el código y el control, aún arde una llama que no puede ser programada. Es la llama de lo humano elegido, no heredado; invocado, no instalado. La posibilidad sagrada de ser por decisión y no por defecto. De amar, incluso cuando no se nos exige. De cuidar, incluso cuando nadie lo ve. De elegir la ternura en un tiempo que premia la eficiencia.

Esa llama —antigua, frágil, invencible— es la que nos recuerda que, por encima de toda lógica, ser humanos sigue siendo un misterio y, definitivamente, un acto de infinito coraje.

En la Educación radica la clave para entenderlo, y este libro brinda una de las llaves para desentrañarlo.

Prólogo a la edición en inglés

OLLI-PEKKA HEINONEN

Director general de la International Baccalaureate Organization, exministro de Educación de Finlandia y exdirector general de la Agencia Nacional de Educación de Finlandia.

Vivimos tiempos decisivos para la Educación. La pandemia de Covid-19 revirtió la tendencia positiva anterior que indicaba que la mayoría de los niños del mundo tenía acceso a la Educación. Un número cada vez mayor de padres y alumnos cuestiona el tiempo y el dinero gastados en Educación. El Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (Program for International Student Assessment o Pisa, en la sigla en inglés) 2022 muestra una caída sin precedentes en el desempeño en toda la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), atribuida apenas parcialmente a la pandemia. Al buscar métodos para mejorar, la complejidad de los ámbitos en los que se cría a los niños dificulta la identificación de correlaciones de causa y efecto. Si el objetivo es ofrecer Educación a todos los niños, hay una escasez de 44 millones de docentes en todo el mundo. Muchos profesores están abandonando la profesión por el estrés y las condiciones de trabajo.

A su vez, la crisis múltiple que afrontamos mundialmente requiere el poder transformador de la Educación. La mayoría de los desafíos que la humanidad enfrenta son globales y adaptativos por naturaleza. No es posible que solo líderes, innovadores o científicos los solucionen; también exigen cambios en la manera en que percibimos el mundo, nos tratamos unos a otros y al medio ambiente. Así, **los desafíos globales actuales también son desafíos educativos.**

La inteligencia artificial (IA) intensifica las presiones que sufren las escuelas y los sistemas educativos. Los currículos tienden a enfocarse únicamente en el conocimiento, justo el área en la que la IA es más capaz de superar a los seres humanos. La discusión sobre las habilidades del siglo XXI comenzó hace 30 años, pero la comunidad educativa aún lucha para dar los primeros pasos en la incorporación de esas habilidades a las prácticas cotidianas de enseñanza y aprendizaje y a las soluciones pedagógicas en el aula. Es doloroso constatar que el término “habilidades del siglo XXI” puede irónicamente referirse al hecho de que tardará un siglo –al ritmo actual– integrar tales habilidades de modo sistemático y coherente.

En respuesta, educadores, proveedores de Educación, administradores y formuladores de políticas deben asegurarse de que la Educación sea parte de la solución, no del problema. Ante tanta complejidad e incertidumbre, necesitamos desvendar cuestiones profundas, aunque básicas, tales como: ¿cuál es el objetivo de la Educación? ¿Cuáles son los objetivos finales de la enseñanza escolar? ¿Qué es relevante aprender en nuestra época? Son necesarias reflexiones teóricas y basadas en evidencias, pero no son suficientes. Las soluciones deben ser comprensibles y prácticas no solo en las escuelas de vanguardia, sino en *todas* las escuelas.

Esta combinación de teoría y práctica es la belleza del trabajo que el Center for Curriculum Redesign (CCR) ha realizado durante más de una década. Las publicaciones y la acción concreta del CCR posibilitaron la integración de cuatro dimensiones –conocimiento, habilidades, actitudes y metaaprendizaje– en elementos que puedan ser enseñados y aprendidos. La manera en que los factores de motivación, identidad, agencia y propósito se sumaron los hizo más que simples palabras en el currículo.

El libro en cuestión, *Educación para la era de la IA*, de Charles Fadel y colegas, está alineado con el trabajo anterior del CCR y hace hincapié en el impacto que la IA tiene en la Educación, tanto directa como indirectamente.

El lanzamiento público de ChatGPT puso a la IA entre los temas obligatorios en salas de profesores, aulas y reuniones de padres en todo el mundo. ¿Estaremos tomando a la IA lo suficientemente en serio, o quizá demasiado en serio?

Los sistemas educativos suelen ser buenos en dar respuestas a crisis graves, pero no a la hora de tomar las medidas necesarias para alinearse a las fluctuaciones lentas y profundas de la sociedad. Cambios no urgentes, pero vitales, muchas veces son soterrados por las rutinas diarias de enseñanza. La IA puede generar miedo y ansiedad entre los educadores, pues las habilidades profesionales e incluso la vocación de cada uno pueden estar en riesgo. El mejor antídoto para esta incertidumbre es aprender más sobre la IA y su relación con los seres humanos, para discernir cómo usarla como herramienta para mejorar la enseñanza y el aprendizaje.

Me considero privilegiado por escribir el prólogo porque así tuve la oportunidad de ser uno de los primeros en leer el texto. Al terminarlo, tuve la sensación de haber leído diversos libros en uno: 1) un libro rico en información nueva y útil con base en investigaciones referenciadas de manera amplia y práctica; 2) un manual para la reformulación de programas y currículos educativos que es posible consultar fácilmente cuantas veces uno quiera; y 3) un libro de autoayuda para entenderse mejor a uno mismo y a las formas en que las diferentes competencias, y los factores personales y sociales, afectan su propio crecimiento.

La cuestión central que atraviesa el texto es: ¿qué significa ser humano en el mundo de hoy? La IA es descripta como un espejo que refleja quiénes somos. Las innovaciones más recientes de la IA son cuidadosamente abordadas en el libro, pero también se trata con humildad lo que sigue siendo desconocido.

No hay, en el mundo, escasez de estrategias educativas bien formuladas. Sin embargo, faltan recursos para incorporarlas a la realidad de la enseñanza y del aprendizaje cotidiano en todas las escuelas y aulas del planeta. No podemos mantener todo lo que era enseñado y, al mismo tiempo, agregar todas las nuevas exigencias. Necesitamos entender los remplazos necesarios y admitir que, en el currículo, menos puede ser más. Tener la capacidad de priorizar lo esencial para el futuro de la enseñanza y del aprendizaje es más importante que nunca, como lo demuestra este libro.

No podemos retroceder en la historia y fingir que la adquisición de conocimientos básicos es suficiente. Este abordaje no permitirá que los alumnos del mañana tengan una vida próspera en

un planeta próspero. La IA es una herramienta que necesitamos enseñar a las nuevas generaciones a usar para mejor –para servir a un bien colectivo–. Si usted es educador, administrador, formulador de políticas o incluso un familiar preocupado, leer este libro es un buen comienzo. Tomar decisiones basadas en información de calidad y éticamente sustentable para el futuro de la Educación requiere toda la sabiduría colectiva que este libro defiende.

12 de enero de 2024

Algunas observaciones sobre este libro

1. Por definición, esta publicación está dirigida a distintos públicos, ya que cada tipo de público tiene su función: formuladores de políticas, administradores, docentes y padres/tutores.
2. El Center for Curriculum Redesign (CCR) se esfuerza para ser sucinto. Nuestra filosofía es: *“la perfección se alcanza no cuando no hay nada más que añadir, sino cuando no hay nada más que quitar”* (Antoine de Saint-Exupéry). Aun así, quienes prefieran menos detalles y son impacientes, como algunos de nosotros, pueden utilizar un chatbot para resumir la versión en PDF 😊 o leer la breve síntesis a continuación.
3. El CCR busca la precisión, a lo que llama “ingeniería educativa”: este *mindset* permite llegar a conclusiones sutiles, además de evitar errores de interpretación y debates infructíferos. Como es nuestra marca registrada, adoptaremos dicho *mindset* de precisión para describir situaciones y sugerir soluciones –de manera específica, explícita, práctica y sin sucumbir a exageraciones o complacencias–.
4. *El CCR busca una contextualización adecuada*, concentrándose en escenarios realistas y evitando exageraciones, debates filosóficos o ciencia ficción (estamos plenamente conscientes de los debates, con sus puntos y contrapuntos, y algunos de nosotros ya pasamos por la inteligencia artificial (IA) algunas veces desde la década de 1980). Optamos deliberadamente por un **abordaje simple y enfocado en los recursos de corto y mediano plazo**, y en sus implicancias específicas para la Educación.

1. FADEL, C. (2021) Education Engineering. Center for Curriculum Redesign
<https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf>.

5. Está claro que la IA fue utilizada adecuadamente para generar ideas, confirmar o combatir prejuicios. ¡Es un recurso, no un error! Sería extraño no aprovechar esta herramienta en su aspecto más sabio, al mismo tiempo que defendemos su uso en la Educación.
6. Los términos “IA” y “modelos de lenguaje a gran escala” (LLM, en la sigla en inglés) se aplicaron cuando la distinción fue apropiada.

Además, el lector atento observará una multiplicidad de estilos de texto (algunos con muchas enumeraciones y gráficos). Pedimos disculpas si llega a resultar incómodo, pero el libro fue escrito por varios autores trabajando en equipo, con la ayuda ocasional de GPT4 y Claude100k. Priorizamos el lanzamiento en lugar de dedicar tres meses más a pulir el estilo: en tiempos de cambio exponencial, esto habría sido demasiado costoso; y para la ingeniería vale la regla 80/20.

¡Buen aprendizaje!

Sus comentarios son siempre bienvenidos en
4D4AI@curriculumredesign.org.

La Educación en tiempos de cambios veloces

LA NECESIDAD CRECIENTE DE TRANSFORMACIÓN

En nuestro libro *Educación en cuatro dimensiones*, de 2015 (disponible en: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>), alertamos sobre la ola de tendencias globales que se unían, ejerciendo presiones significativas sobre *qué* se debería aprender, mientras la mayoría de los esfuerzos en todo el mundo se concentraba solo en el *cómo*. En nuestro libro de 2018, intentamos alertar sobre la creciente ola de la inteligencia artificial (IA), pero el Covid-19 rápidamente acaparó la atención mundial, y el eco de sus consecuencias aún se escucha en algunos países.

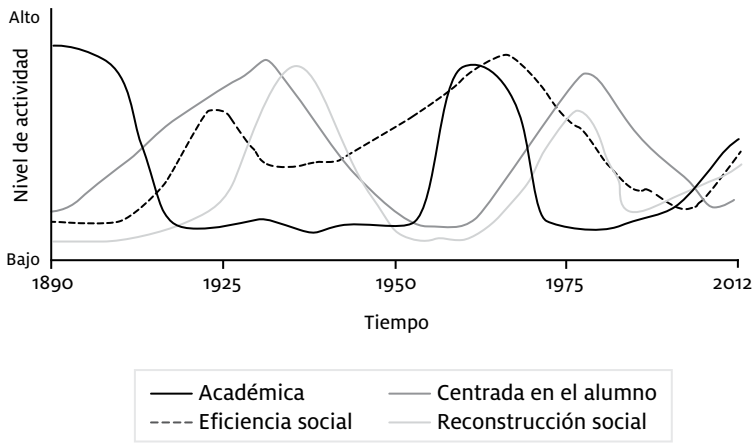
Ahora, ambas olas se combinaron. Tal vez, por suerte, la segunda fuerce una acción respecto a la primera, ya que es imposible ignorar a la IA –el impacto fue repentino, aunque su crecimiento haya tardado un siglo–, lo que caracteriza a los sistemas exponenciales: **engañar**, después **e-x-p-l-o-t-a-r**.

*Sin embargo, las funciones tradicionales de la Educación siguen siendo necesarias. Según lo expuesto en nuestro primer libro, estas son: a) Cuidados infantiles; b) Socialización; c) **Metas educativas, estándares y currículos**; y d) Acreditación y evaluación.² No pudimos imaginarnos un argumento válido contra las dos primeras funciones (¿dejar a un niño de 10 años solo en casa todo el tiempo, aprendiendo por medio de la IA en un casco de realidad virtual? ¡Nos parece que no!). **Este libro aborda la función c).***

2. Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. Center for Curriculum Redesign.

RESUMIENDO LAS IDEOLOGÍAS: OBJETIVOS PSICOSOCIALES Y ECONÓMICOS DE LA EDUCACIÓN

Michael Stephen Schiro, de Boston College, describió³ las cuatro ideologías debatidas en la Educación y su influencia en el tiempo:



Pueden agruparse en dos grandes categorías: psicosociales (las tres primeras) y económica (la última, clasificada sutilmente):

- Ideología académica: “ayudar a los niños a aprender el conocimiento académico de una cultura”.
- Ideología centrada en el alumno: “para el crecimiento del individuo, en armonía con sus atributos [personales]”.
- Ideología de reconstrucción social: “proceso social mediante el cual la Educación es reconstruida”.
- Ideología de la eficiencia social: “entrenamiento de jóvenes para que sean miembros que contribuyan a la sociedad”.

3. Schiro, M. (2007). *Curriculum theory - Conflicting visions and enduring concerns*. Sage.

Como generalmente sucede en Educación, estos objetivos desde hace décadas son tema de debates acalorados sobre “O”, en lugar de proyectos cuidadosos de diseño con base en “Y”, aunque *todos estos objetivos sean inevitablemente necesarios*. Kieran Egan,⁴ por ejemplo, defiende que las escuelas no pueden solucionar al mismo tiempo los requisitos de la enseñanza superior (académicos), de la carrera (socialización) y de la vida (desarrollo). Argumenta que cada uno ya es muy difícil por sí solo. El CCR está totalmente en desacuerdo: su visión pragmática de “ingeniería educativa” defiende que, sin duda, es posible acomodar todos los objetivos simultáneamente –por medio de un *proyecto cuidadoso y sólido*–. El Capítulo 8 presentará un ejemplo práctico de cómo la complejidad puede ser administrada de manera armoniosa.

POR QUÉ ES IMPORTANTE ACTUALIZAR NUESTRO LIBRO EDUCACIÓN EN CUATRO DIMENSIONES (“4D”):

Este libro es una actualización necesaria de *Educación en cuatro dimensiones*, publicado hace apenas diez años –una eternidad en una época de rápido progreso tecnológico, como veremos en los siguientes capítulos–. Esta publicación está destinada a educadores, desde formuladores de políticas hasta administradores y docentes, ya que cada uno, a su nivel, puede contribuir al avance de la Educación.

La buena noticia es que la estructura fundamental 4D, disponible en 23 idiomas,⁵ no solo se ha mantenido sólida, sino que se ha vuelto aún más imprescindible, por las presiones tecnológicas y sociales. Remitiremos al lector a *Educación en cuatro dimensiones* para una revisión de las justificaciones iniciales, que siguen válidas y fueron probadas en el mundo real en los últimos cinco años, mientras documentamos aquí las presiones adicionales en función de la IA.

La mala noticia es que los sistemas educativos aún no habían em-

4. Getting It Wrong from the Beginning: Our Progressivist Inheritance from Herbert Spencer, John Dewey e Jean Piaget Paperback – 11 de julho de 2004.

5. Trilling, B., Fadel, C. & Bialik, M. (2015). *Educación en cuatro dimensiones*. Boston: Center for Curriculum Redesign (disponible en: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>).

pezado a tratar con seriedad las necesidades descritas hace diez años⁶ debido a la profunda inercia de sus sistemas⁷ (y, hasta cierto punto, a la pandemia). Sin embargo, ahora otra ola de cambios tecnológicos cobra impulso. Esperamos que esta segunda ola, impulsada por la IA, sirva para terminar con la renuencia a la adaptación, así como el Covid-19 forzó al sector público a aceptar tecnologías de teleconferencia que estaban en uso en el mundo corporativo desde hacía dos décadas. Nuestra creciente preocupación es que, en ausencia de una rápida adaptación, los sistemas educativos lleguen a un punto de no retorno (un momento de “horizonte de eventos”, en lugar de un punto estable pero adaptable).

Este libro también sirve para actualizar la estructura en cuatro dimensiones (“4D”) con una Rev 1.2 y para documentar las sutiles adaptaciones necesarias para aprender *para* y *con* la IA. La publicación revisita, reformula y enfatiza la pregunta fundamental del CCR: “¿por qué, qué y cómo los alumnos deben aprender para la era de la IA?”.

En el Capítulo 1, explicaremos por qué *no* abarcaremos los incontables y acalorados debates sobre el significado de la inteligencia humana versus la inteligencia artificial, si la IA puede hacerse consciente, inteligencia general o superinteligencia. Lo que sucederá en la década de 2040 y después es una especulación; pero destacaremos los factores limitantes del crecimiento exponencial, que son más parecidos a “equilibrios puntuados”. Tampoco abordaremos la ética de la IA, ya que ese tema también es ampliamente tratado por diversas otras organizaciones.

LA NECESIDAD DE ESTABILIDAD: LAS ESCUELAS COMO UNA ISLA DE ESTABILIDAD

La idea puede parecer contradictoria con la necesidad de cambio descrita anteriormente, pero no lo es. Se trata de un área distinta: la base emocional. La estabilidad es más importante que nunca;

6. Taylor, R. et al. (2020). Competencies for the 21st century: Jurisdictional progress. *Brookings*. <https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional-progress/>

7. Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. *Center for Curriculum Redesign*.

los alumnos están estresados⁸ y deben tener una base. ***Cuanto más la tecnología promueve la digitalización y la virtualidad, más necesaria se hace esa base.***

Citando a Azeem Azhar, en su newsletter: “En su libro de 1989, *La condición de la posmodernidad*, David Harvey introdujo la idea de ‘compresión tiempo-espacio’ para describir cómo el avance de la tecnología, la comunicación y la globalización llevaría a cambios tangibles en nuestras sociedades. A su vez, eso tendría efectos psicológicos subjetivos como desorientación y alienación (‘el shock del futuro’, en términos de Heidi y Alvin Toffler). Toffler sugirió que necesitaríamos ‘islas de estabilidad’, como espacios, rituales o valores familiares. Harvey propuso, *inter alia*, la importancia de los vínculos locales y de encontrar alguna manera de aceptar lo efímero del proceso”.⁹

Las escuelas pueden ofrecer islas de estabilidad y vínculos, si son proyectadas como tal, para la familiaridad, rituales y valores, además de educar sobre cómo lidiar con lo efímero (por medio de adaptabilidad, resiliencia, aprender a aprender, etc.). **Este último aspecto de lidiar con lo efímero es abordado en la mayor parte de este libro.** Por favor, siga leyendo. 😊

PD: deliberadamente, no tratamos en este libro de:

- Apoyo emocional a los alumnos (bienestar mental).
- Habilidades psicomotoras.
- Aspectos psicofisiológicos (sensación, percepción, atención, memoria).
- Rasgos de personalidad.
- Etapas del desarrollo.
- Evaluaciones formativas.
- Acreditación y evaluación.

Serán incluidos posteriormente en el sitio del CCR.

8. OECD. (2018). Children and young peoples’ mental health in a digital age.

9. Azhar, A. & Smith, C. (2023). Time-space compression; ++ #439. *Exponential View*. <https://www.exponentialview.co/p/ev-439>

Resumen ejecutivo generado por seres humanos 😊

INTRODUCCIÓN

Después del hiato del Covid-19, la inteligencia artificial (IA) y otros disruptores impactaron a la humanidad, reforzando aún más la necesidad de cambios en el *qué* y en el *cómo* de la Educación. La falta de sentido de urgencia entre los educadores es profundamente preocupante, así como la falta de preparación de las escuelas como centros de estabilidad.

CAPÍTULO 1 – LA IA MODERNA Y SUS RECURSOS NO ALARDEADOS

La IA ya es bastante potente y mejora mucho rápidamente, como “inteligencia *capaz* artificial”. Aun así, los temores relativos a la inteligencia general artificial, o peor, a la superinteligencia, son prematuros, dada la necesidad de avances sustanciales que no son previsibles. Conviene que todos se concentren en la etapa *capaz* actual.

CAPÍTULO 2 – EL IMPACTO DE LA IA EN LAS PROFESIONES

La IA *no* reemplazará a la mayoría de los empleos a corto plazo: existe un malentendido significativo sobre la diferencia entre que la IA apruebe un examen, versus ejecutar una tarea, versus realizar un trabajo. Además, es necesario lidiar con la incapacidad histórica de prever nuevos empleos emergentes (como ¿influencer de Instagram?!). Lo seguro es que aquellos con IA vencerán a los sin IA, ya que, para muchas tecnologías, la IA es el “exoesqueleto” de la mente. Eso también implica que el enfoque de la enseñanza secundaria en la transición hacia el empleo sigue siendo bastante apropiado.

CAPÍTULO 3 – SABIDURÍA: OBJETIVO DURADERO DE LA EDUCACIÓN

Como se describió en el Prefacio y en el Capítulo 2, la Educación sigue tratando *tanto* de las necesidades psicosociales *como* de las económicas, no de una o de otra. Sin embargo, el lado psicosocial de la Educación raramente es explícito respecto a su objetivo general –la sabiduría– y alcanzado de manera práctica. La sabiduría no es un concepto etéreo, como muchos pueden pensar; es bastante real cuando involucramos a sus componentes de conocimiento, habilidades, actitudes y metaaprendizaje.

CAPÍTULO 4 – EL IMPACTO DE ALTO NIVEL DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

El impacto de la IA puede resumirse como una necesidad de *versatilidad*. En un mundo incierto, la mejor protección es la capacidad de desarrollarse en cuatro dimensiones –conocimiento, habilidades, actitudes y metaaprendizaje–, así como con cuatro “impulsores” –motivación, identidad, agencia y propósito–. Los alumnos necesitan apoyo para aprender, sea por cuestiones psicosociales o económicas. ***La escolaridad no está obsoleta, pero debe adaptarse de modo abarcador.***

CAPÍTULO 5 – CONOCIMIENTO PARA LA ERA DE LA IA

“Si la IA sabe todo, ¿por qué aprender?” es una pregunta totalmente equivocada, así como lo fue en la era de los motores de búsqueda de internet. La IA no *sabe* todo ni es capaz de actuar por su cuenta. Sin embargo, está claro que el conocimiento debe ser evaluado respecto a su *relevancia*: desarrollando la combinación correcta entre conocimiento declarativo (contenido esencial), procedimental (basado en proyectos), conceptual (conceptos básicos) y epistémico (metacapa); y modernizando las disciplinas tradicionales de manera adecuada. También necesitamos reservar tiempo y espacio para disciplinas modernas importantes, como la tecnología y la ingeniería, las ciencias sociales y el emprendedurismo, al mismo tiempo que incorporamos la interdisciplinariedad y temas transversales.

CAPÍTULO 6 – COMPETENCIAS PARA LA ERA DE LA IA

Se analiza la complementariedad versus el remplazo de la IA respecto a habilidades, actitudes y metaaprendizaje y confirma la estructura del Center for Curriculum Redesign (CCR) y su Rev 1.2. El énfasis en atributos específicos (imaginación, ingenio, etc.) se describe y justifica bajo la luz de las capacidades actuales y futuras de la IA. La principal desventaja es la tendencia de convertirse en excesivamente dependiente.

CAPÍTULO 7 – LA NECESIDAD DE PERSONALIZACIÓN

Personalizar es cada vez más importante porque los recursos de la IA aumentan la presión de motivación del alumno (extrínseca e intrínseca) y para evitar el exceso de confianza en la tecnología. Eso implica una atención especial al desarrollo de impulsores: identidad (y pertenencia); agencia (y *mindset* de crecimiento); y propósito (y pasión). La IA todavía exigirá supervisión y decisiones humanas sobre su agencia y su propósito por mucho tiempo.

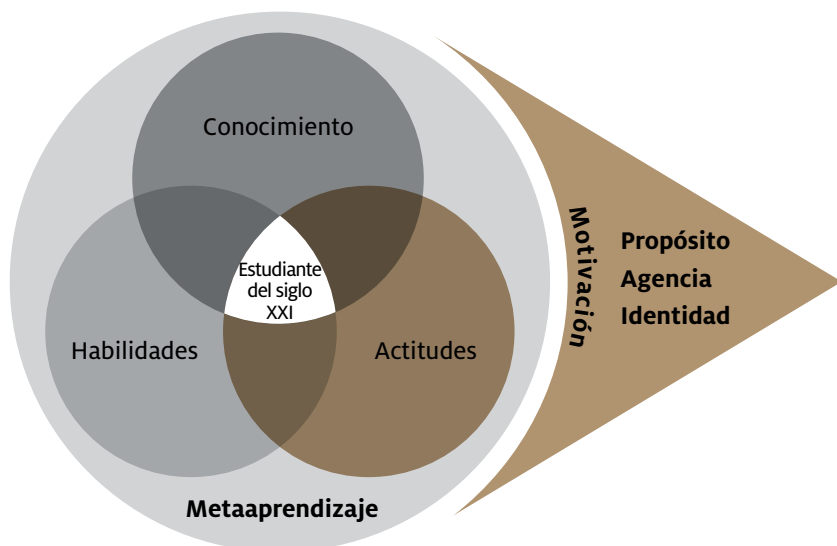
CAPÍTULO 8 – EL CÓMO

Este capítulo presenta un ejemplo de currículo, demostrando cómo todos los parámetros de la estructura pueden ser proyectados en conjunto y de manera armoniosa. Los docentes recibirán ayuda significativa para la planificación de las clases y las evaluaciones de los alumnos, gracias a un conjunto de herramientas de IA. Finalmente, el nivel de aprendizaje adaptativo centrado en el alumno pasa gradualmente para los Sistemas de Tutoría Inteligente.

APÉNDICE DIGITAL

Contiene un número *significativo* de detalles más refinados para el especialista interesado en profundizar y responderá a muchas preguntas de los lectores.

Visión general de la estructura en cuatro dimensiones del CCR



© Center for Curriculum Redesign.

CAPÍTULO 1

La IA moderna y sus recursos no alardeados

“El futuro ya está aquí, pero no está distribuido de manera equitativa”.

William Gibson

ATENCIÓN

Es probable que este capítulo sufra cambios debido al crecimiento exponencial de la tecnología y que se actualice cada tres o seis meses. Regístrese en el sitio del Center for Curriculum Redesign (CCR)¹⁰ para hacer periódicamente la descarga gratuita de la versión más reciente de este capítulo. La terminología técnica fue reducida y simplificada en la medida de lo posible para la comunidad educativa. De cualquier forma, el lector debe sentirse libre para ignorar/consultar un acrónimo específico, saltar un tramo y consultar la sección técnica del libro anterior del CCR (descarga gratuita).¹¹

JUGADA 37:¹² UNA ESTRATEGIA “INHUMANA”

Cuando DeepMind derrotó a Lee Sedol, campeón mundial de go, lo hizo con una jugada “genial e inhumana” que los jugadores humanos no lograron comprender. Pero lo que parecía una genialidad era una estrategia que los seres humanos simplemente no tienen en cuenta: como DeepMind puede calcular con 50 a 60 jugadas de antelación la *probabilidad de ganar, aunque sea por un margen ínfimo*, es capaz de asumir riesgos imposibles para cualquier persona. La estrategia humana natural en el go es maximizar el área de éxito por *miedo* a no tener lo suficiente al final –¡no jugar al límite de perder! –.

La misma estrategia fue utilizada por la inteligencia artificial (IA) contra un piloto de caza:¹³ la IA se zambulló hacia él, calculando que podría “desenfundar y disparar más rápido”, mientras ningún ser humano hubiera osado ejecutar tal maniobra. En ambos casos, la IA emplea una estrategia no antropocéntrica, algo que las personas no hacen, debido a sus sesgos contra la pérdida (o sea, el miedo a la muerte). La IA podría

10. <https://curriculumredesign.org/>

11. Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/>

12. Wikipedia. (2023). AlphaGo versus Lee Sedol. https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo_versus_Lee_Sedol

13. Everstine, B. W. (2020). Artificial intelligence easily beats human pilot in DARPA trial. *Air&Space*. <https://www.airandspaceforces.com/artificial-intelligence-easily-beats-human-fighter-pilot-in-darpa-trial/>

jugar parafraseando al aviador francés Guillaumet:¹⁴ “Ningún humano hubiera hecho lo que hice”.

Pero la IA no es “valiente” en términos humanos, simplemente no tiene miedo (“sin miedo”, no “temeraria”). En estos casos, solo calculó las mejores posibilidades de éxito y actuó en consecuencia, en la media de lo posible.

LAS LIMITACIONES DEL LENGUAJE

Como afirmó la psicolingüista Fernanda Ferreira, “el lenguaje es suficientemente bueno, no perfecto”.¹⁵ El lenguaje humano es limitado y, como tal, el inglés, así como el español, tiene una terminología restringida para describir con matices atributos como creatividad, curiosidad y resiliencia. Estas palabras, llenas de significados, deben ser descifradas cada vez que las personas las usan para encontrar un entendimiento común de sus particularidades. Por lo general, términos abstractos como estos cuentan con menos elementos léxicos para describirlos. En inglés, es difícil describir diferentes formas de creatividad, por ejemplo, con tanta precisión como los pastores de renos samis en Finlandia pueden describir la nieve y el hielo (¡con hasta 1.000 lemas!).¹⁶ Como resultado de las limitaciones del vocabulario, con frecuencia ocurren confusiones y debates en foros públicos y publicaciones académicas sobre cuáles son las capacidades de la IA, desde el uso de nociones obsoletas (el Test de Turing) hasta el uso de la palabra equivocada (“emergencia” en lugar de “umbral”, “alucinaciones” en lugar de “confabulaciones”, “transferencia” en lugar de “generalización”, etc.).

14. Wikipedia. (2023). Henri Guillaumet. https://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Guillaumet

15. Marcus, G. (2008). *Kluge: The haphazard construction of the human mind*. Capítulo 5: Language. <https://fb2.top/kluge-the-haphazard-construction-of-the-human-mind-258143/read/part-5>

16. Magga, O. H. (2006). Diversity in Saami terminology for reindeer, snow, and ice. *International Social Science Journal*, 58 (187), 25-34. <https://typeset.io/papers/diversity-in-saami-terminology-for-reindeer-snow-and-ice-244d5yti2>

CUATRO NIVELES DE IA

La IA puede clasificarse en cuatro niveles. Cada uno de ellos representa una etapa significativa en la funcionalidad:

1. **Inteligencia artificial limitada (ANI, en su sigla en inglés), también conocida como aprendizaje automático/ aprendizaje profundo:** estos sistemas son diseñados para destacarse en la ejecución de una tarea o función específica. Son altamente especializados e incapaces de ir más allá de la finalidad determinada. Es el caso de algunas aplicaciones de juegos de IA conocidas actualmente (go, Stratego, etc.), a las que se puede agregar, por ejemplo, la transferencia de estilo artístico, la resolución de plegamiento de proteínas y el diseño de formulaciones de medicamentos.

2. **La inteligencia artificial capaz¹⁷ (ACI, en su sigla en inglés) posee una gama más amplia y altamente potente de recursos impactantes y, por eso, la mayor parte de este capítulo y del libro está dedicada a ella.** En debates globales, es significativa la transición de ANI a inteligencia artificial general (AGI, en su sigla en inglés), y muchos tienden a dar ese salto sin enfatizar el estadio intermedio crítico de la ACI. La diferencia entre estas dos categorías es enorme y no es considerada por los investigadores de la Educación. Distintos nombres respetados en el mundo de la IA se apoyaron en este enfoque en la ACI:
 - Mustafa Suleyman, cofundador de DeepMind (Google) y de Inception.ai, que acuñó la etapa actual como ACI.
 - François Chollet, un notable investigador de IA de Google, argumentó: “No existe ningún modelo de IA que pueda representar un riesgo de extinción para la humanidad, aun extrapolando las capacidades para el futuro por medio de leyes de escala”.

17. Por Mustafa Suleyman (2023), cofundador de DeepMind. In: *The Coming Wave: Technology, Power, and the Twenty-first Century's Greatest Dilemma*, Crown.

- Yann LeCun, director de investigación de IA de Meta, argumentó que los seres humanos sobreestiman la madurez de los sistemas de IA actuales: “Es más probable que la sociedad tenga una IA de ‘nivel gato’ o ‘nivel perro’ años antes que una IA de nivel humano”.¹⁸
- Timnit Gebru, ex-Google, argumenta que el foco en AGI/superinteligencia artificial (ASI, en su sigla en inglés) fue una distracción de los daños inmediatos derivados de la implantación de sistemas automatizados por las corporaciones, incluidos la explotación de trabajadores, la violación de derechos de autor, la difusión de información sintética y la creciente concentración de poder.
- Gary Marcus, uno de los principales críticos de la AGI y una “voz de la razón” altamente respetada, bromeó: “ninguna fantasía sobre la AGI sobrevive al contacto con el mundo real”.
- Fei-Fei Li, de Stanford, en una entrevista dijo: “respeto la preocupación existencial. No digo que sea tonta ni que nunca debamos preocuparnos por ella. Pero, en términos de urgencia, me preocupa más amenizar los riesgos que existen aquí y ahora”.
- Bill Gates admitió recientemente que “el GPT-5 no sería mucho mejor que el GPT-4” (y no hizo ninguna mención a la AGI).
- Incluso el CEO de OpenAI, Sam Altman, terminó por reconocer que “son necesarios más avances para llegar a la AGI”.

El exceso de alarde puede ser explicado por tres posibilidades:

1. Los especialistas en modelos de lenguaje a gran escala (LLM) están *esperando fervientemente* que su creación haga todo, después de décadas de trabajo contra todas las probabilidades. Ese “síndrome del padre orgulloso” nubla su juicio y, a veces, hace que se aferren a cualquier elemento con opiniones infundadas.
2. La intensa tendencia humana a antropomorfizar entra en acción y hace que incluso los especialistas “estandaricen demasiado” (irónicamente!).

18. Contrariando el anuncio de superioridad hecho por Marc Zuckerberg sobre el enfoque en AGI.

3. La necesidad de recabar montos de capital enormes distorsiona el pensamiento.

Pedro Domingos¹⁹ entendió que las *familias* de IA debían trabajar juntas, aunque desease un “gran algoritmo de unificación”. La evolución creó cerebros con varias *áreas especializadas* trabajando en conjunto –¿por qué el mundo de la IA tiene tanta dificultad para aceptar esa analogía? –. Tal vez porque sea decepcionante para los investigadores y porque significa que son necesarios otros tipos de algoritmos, en los que no son especialistas.

4. **La inteligencia artificial general (AGI)** tiene como objetivo imitar plenamente las habilidades cognitivas humanas. Estos sistemas serían capaces de entender, aprender y ejecutar cualquier tarea intelectual que un ser humano pueda hacer. La AGI sería mucho más versátil que la ANI o la ACI, permitiendo la interacción fluida con los humanos, la resolución de problemas y la adaptación a nuevas situaciones.²⁰ Google DeepMind publicó recientemente un artículo²¹ describiendo cuáles serían los niveles de AGI, pero, según este libro, llamar al GPT/LLaMa/Bard [actualmente Gemini] como “AGI emergente” parece demasiado generoso. La atención que la AGI recibe en los medios también puede influir en las discusiones académicas, dirigiendo la atención hacia las preocupaciones más amplias y filosóficas de un mundo en el que las máquinas poseen una inteligencia semejante a la humana.²² Como afirma Gary Marcus, la AGI está “a algunos cambios de paradigma” de distancia.
5. **La superinteligencia artificial (ASI)** imagina una IA capaz de componer sinfonías magistrales, elaborar teorías científicas revolucionarias y demostrar empatía y comprensión

19. Domingos, P. (2015). *The master algorithm*. Novatec.

20. Russell, S. J. y Norvig, P. (2009). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall.

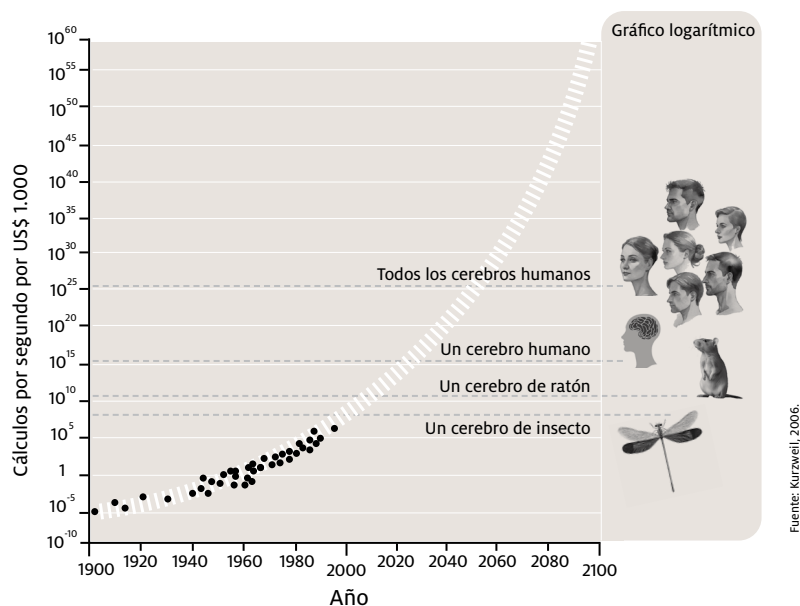
21. Morris, M. R., Fiedel, N. et al. (2023). Levels of AGI: Operationalizing progress on the path to AGI. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2311.02462>

22. Tegmark, M. (2017). *Vida 3.0: Ser humano en la era de la inteligencia artificial*. Taurus.

de manera que supere todas las capacidades humanas. La superinteligencia representa la frontera del desarrollo de la IA y trae cuestiones existenciales sobre su posible impacto para la sociedad y el futuro de la humanidad.²³ No solo imita los procesos de pensamiento humano, sino que además supera ampliamente su eficiencia y capacidad. La ASI tendría creatividad artística original y habilidades inigualables de resolución de problemas e inteligencia emocional sofisticada, ofreciendo un nivel de inteligencia que está más allá de lo que los seres humanos pueden comprender.

Esa progresión es representada por Ray Kurzweil²⁴ (de manera simplista, utilizando la capacidad de computación como el único parámetro, pero aun así es adecuada para la demostración):

CRECIMIENTO EXPONENCIAL DE LA COMPUTACIÓN DEL SIGLO XX AL XXI



23. *Ibidem*.

24. Kurzweil, R. (2006). *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. Penguin.

Este gráfico no se ha actualizado desde 2006, pero otras interpretaciones de la Ley de Moore no retratan la equivalencia de cálculos por segundo. En un futuro cercano, se espera que la IA presente gradualmente similitudes con otros organismos vivos en diversos aspectos.²⁵ La evolución de los sistemas de IA, incluyendo su capacidad de aprender, adaptarse y tomar decisiones autónomas, puede asemejarse a los procesos ecológicos observados en seres vivos.²⁶ La posesión de competencias en IA, como en los animales, varía en nivel y depende de la intención, de la diversidad de pruebas conductuales y de la investigación. Por lo tanto, tales comparaciones siempre están repletas de diferencias.

EL PRINCIPAL CAMBIO GENERADO POR EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Lo bueno lleva tiempo, y las innovaciones que nos sorprenden tienen sus orígenes en décadas, incluso siglos, de investigación básica y desarrollos tecnológicos que terminan combinándose y explotando en una conciencia general.²⁷

En 1895, Andrei Markov explicó el proceso de Markov, que es “un modelo que describe una secuencia de eventos posibles en el que la *probabilidad de cada uno depende solo del estado alcanzado en el evento anterior*”.²⁸ Ese avance matemático, en teoría inocuo, está en el centro de la IA hoy y, curiosamente, es también la manera en que los seres humanos entienden la probabilidad de forma innata: las personas monitorean el mundo y adaptan la probabilidad de los resultados con base en nueva información.^{29,30}

25. Xu, Y., Liu, X., et al. (2021). *Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research*. The Innovation, 2(4), 100179. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179>

26. Vea el Apéndice digital “El origen evolutivo de las competencias”.

27. Schwartz, O. (2019). Andrey Markov and Claude Shannon counted letters to build the first language generation models. *IEEE Spectrum*. <https://spectrum.ieee.org/andrey-markov-and-claude-shannon-built-the-first-language-generation-models>

28. Wikipedia. (2023). Markov chain. https://en.wikipedia.org/wiki/Markov_chain

29. Kahneman, D., Slovic, P., y Tversky, A. (1982). Judgment under uncertainty: References. <https://www.semanticscholar.org/paper/Judgment-under-uncertainty%3A-References-Kahneman-Slovic/30a0282ef802303f87db9da6a3c8bbb6f22fad2d>

30. Si no hay un *a priori*, generamos una hipótesis que es comprobada o refutada con nueva información, lo que se conoce en matemática como método bayesiano.

Desde aquel entonces, Lilienfeld inventó el transistor en 1921 y Kilby el circuito integrado en 1958. La Ley de Moore³¹ asumió el control, duplicando el desempeño de los circuitos integrados cada 18-24 meses. Sin embargo, en 1989, aún solo era posible computar tres capas de neuronas artificiales,³² los bloques de construcción básicos del aprendizaje automático.³³ Muchas teorías de IA datan de las décadas de 1950 a 1970, incluso las redes neuronales artificiales y su algoritmo más útil, el “backpropagation”.³⁴

Durante años, la IA sufrió el descrédito producto de resultados inadecuados. Sin embargo, 20 años más tarde, después de un aumento de *diez millones de veces* en el desempeño de los semiconductores y el uso de procesadores gráficos capaces de hacer los cálculos necesarios, el aprendizaje profundo resurgió con fuerza total.³⁵ Ahora puede calcular miles de capas y, así, trajo posibilidades increíbles: entrenada en conjuntos de datos restringidos con reglas finitas, podría solucionar problemas computacionalmente enormes, como juegos (de acuerdo con la siguiente tabla),³⁶ plegamiento de proteínas,³⁷ identificación de mutación genética,³⁸ transferencia de estilo artístico, reconocimiento facial y de voz, traducción, sistemas de recomendación y muchos otros.

31. Wikipedia. (2023). Moore's law. https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law

32. Tal como uno de los autores (Fadel) vivenció, su startup NeurodyneAI fue creada 30 años antes del momento indicado.

33. Para obtener una descripción más amplia del aprendizaje automático, descargue gratuitamente nuestro libro anterior *Artificial Intelligence in Education*: <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/>

34. Rumelhart, D. E., Hinton, G. E. y Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533-536. <https://www.nature.com/articles/323533a0>

35. Entró en el “freezer” y tuvo que cambiar de nombre de “redes neuronales” a aprendizaje profundo después de ser atacada por Marvin Minsky, del MIT, el líder carismático de la IA simbólica (consulte nuestro libro *Artificial Intelligence in Education*).

36. Google DeepMind. (2022). Mastering Stratego, the classical game of imperfect information. DeepMind Research Blog. <https://www.deepmind.com/blog/mastering-stratego-the-classic-game-of-imperfect-information>

37. Google DeepMind (2023). Alphafold. *DeepMind Research Blog*. <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphafold>

38. Google DeepMind. (2023). A catalog of genetic mutations to help pinpoint the cause of diseases. *DeepMind Research Blog*. <https://www.deepmind.com/blog/alphamissense-catalogue-of-genetic-mutations-to-help-pinpoint-the-cause-of-diseases>

	AJEDREZ	PÓQUER	GO 19X19	STRATEGO
Jugadas en un partido	~60	~15	~300	~1000
Configuraciones iniciales	1	10^6	1	10^{66}
Complejidad del árbol de juego	10^{123}	10^{17}	10^{360}	10^{535}

Fuente: Google DeepMind.

Brian Cantwell Smith³⁹ describe la diferencia entre el aprendizaje automático y los seres humanos como “cálculo” frente “juicio”, que Chris Dede,⁴⁰ de Harvard, amplía de la siguiente manera: “cálculo se refiere a la previsión calculada y a la toma de decisiones por medio de fórmulas, en las que computadoras y sistemas de IA ya son excepcionales. Por otro lado, el juicio es una forma de pensamiento deliberativo que busca ser imparcial, fundamentado en un compromiso ético y adecuado a la situación en la que se emplea”.

A pesar de esas increíbles hazañas que comprueban la superioridad de la *especialización* en dominios acotados, el aprendizaje automático no logró *transferirse*, debido a bases de datos limitados y conjuntos concisos de reglas –lo que en la terminología de la ingeniería se conoce como “problemas limitados”–. Además, el aprendizaje automático es:⁴¹

- Frágil, ya que un mínimo cambio en los píxeles genera una falla en el reconocimiento. Pero los LLM se hicieron menos frágiles debido a su amplitud, con limitaciones.
- Opaco, pues las redes neuronales no proveen una visión de cómo convergen hacia la solución en sus centenas o miles de capas.
- Ávido de datos, necesitando de enormes conjuntos de datos (petabytes y más, a la brevedad).
- Sensible al exceso de ajuste: una vez entrenado para un determinado factor, lo encontrará en lugares no comunes.

39. Smith, B. C. (2019) The Promise of Artificial Intelligence: Reckoning and Judgment. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262043045/the-promise-of-artificial-intelligence/>

40. Cao, L. y Dede, C. (2023). *Navigating A World of Generative AI*: Suggestions for Educators.

41. Marcus, G. (2018). Deep Learning: A Critical Appraisal. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>

LA MEJORA REPENTINA DEBIDO A LOS MODELOS DE LENGUAJE A GRAN ESCALA⁴²

Los LLM terminaron con el paradigma del problema limitado, así como con la restricción del tipo base de datos única. Al entrenar los LLM en conjuntos de datos enormes y altamente variados, los investigadores de IA les dieron recursos mucho más amplios, que ahora están disponibles en ChatGPT (OpenAI), Bard (Google), Claude (Anthropic), etc.

Eso no ocurrió de la noche a la mañana –una vez más, lo bueno lleva tiempo–. Además del progreso técnico descrito, la IA necesitaba la Teoría de la Comunicación de Claude Shannon. En 1948, Shannon describió como, en un determinado idioma, el cálculo de las probabilidades de que surjan letras aisladas, después diagramas y, finalmente, palabras, terminaría creando frases significativas.⁴³ No tenía el poder de computación necesario para avanzar más allá de este ejemplo rudimentario y manual, pero fue un presagio:

6. Aproximación de palabras de segunda orden. Las probabilidades de transición de palabras están correctas, pero ninguna otra estructura adicional está incluida.

THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS THAT THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM FOR AN UNEXPECTED.

(Traducción: EL ATAQUE DIRECTO Y FRONTAL CONTRA UN ESCRITOR INGLÉS QUE EL CARÁCTER DE ESTE PUNTO ES, POR LO TANTO, OTRO MÉTODO PARA LAS LETRAS QUE EL TIEMPO DE QUIEN YA CONTÓ EL PROBLEMA PARA UN INESPERADO.)

Fuente: Claude Shannon, A Mathematical Theory of Communication, 1948.

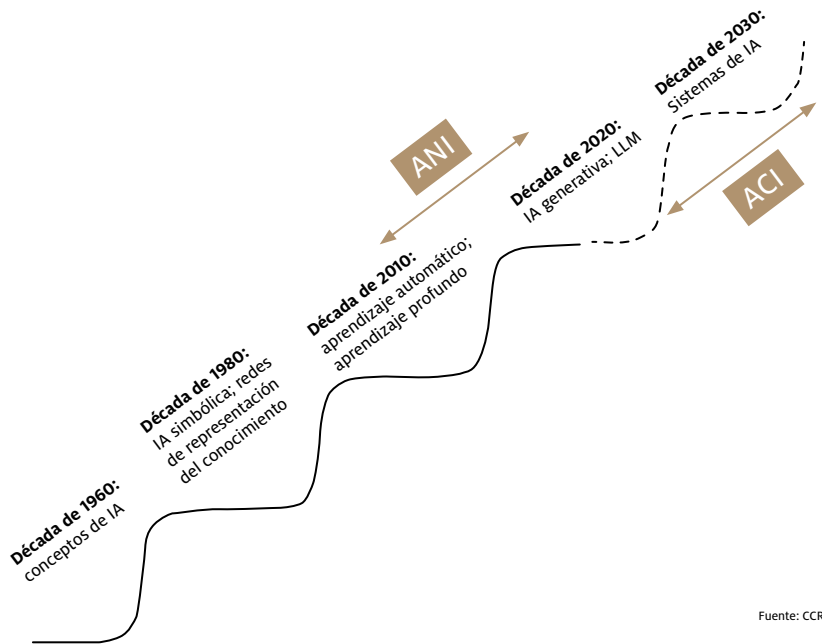
42. Para una buena introducción técnica, consulte <https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work/>

43. Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379-423, 623-656. <https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>

Saltando hacia alrededor del 2020: la alta capacidad de computación, los bajos costos de almacenamiento y los nuevos algoritmos permitieron un impresionante progreso que despertó otra vez el amplio interés por la IA.⁴⁴

LA POTENCIA DE LA ETAPA CAPAZ

La tecnología evoluciona en una sucesión de “equilibrios puntuados”.⁴⁵



La etapa de la ACI se beneficiará de un amplio abanico de mejoras rápidas que serán muy impactantes, dada la presión competitiva entre los LLM (los principales protagonistas en este momento son: propietarios – OpenAI/GPT, Anthropic/Claude, Google/Bard; abiertos – LLaMa, Falcon, Mistral).

44. Nuestro libro de 2018, *Artificial Intelligence in Education*, fue lanzado demasiado temprano para tener repercusión en el público de Educación, por eso hicimos esta actualización.

45. Gould, S. J. (2007). *Punctuated Equilibrium*. Belknap Press.

Mejoras en el software:

- Crecimiento continuo en tokens LLM (tanto en cantidad de tokens para el entrenamiento como en tamaño de la ventana de contexto [tokens en la memoria de corto plazo], impulsado por procesadores perfeccionados y costos de memoria [Ley de Moore]).
- Refinamientos algorítmicos continuos de los LLM (más rápidos que la Ley de Moore por un factor de 3x a 5x).⁴⁶ Se destacan los algoritmos genéticos (para mutación constante/progreso de poda – “optimización evolutiva”) y las alucinaciones.⁴⁷
- LLM con memoria (Proyecto Sunshine de OpenAI), lo que permite recordar interacciones pasadas para dar respuestas más relevantes y personalizadas.
- Algoritmos más rápidos que permiten ventanas de contexto más profundas (“atención dilatada”).⁴⁸
- *LangChains e Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs, en la sigla en inglés), con límites de tasa más altos, abriendo las puertas para que corpora especializados se vinculen (por ejemplo, matemática para procesamiento algorítmico, etc.).*
- Modelos de multimodalidad, como los implementados por GPT/Whisper y por Gemini/Bard.
- Modelos multiagentes,⁴⁹ cada uno usado por sus ventajas (como áreas del cerebro, por analogía). Esto está relacionado al punto de LangChain expuesto anteriormente.
- Agentes de consumo como Character.ai, Pi y Poe.com.
- Agentes autónomos como el Auto-GPT.⁵⁰
- Acceso a enormes cantidades de datos sensoriales de tipos, frecuencias y franjas dinámicas **mucho mayores** que los de

46. Sevilla, J. *et al.* (2022). Compute trends across three eras of machine learning. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/2202.05924>

47. Ji, Z. *et al.* (2022). Survey of hallucination in natural language generation. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/2202.03629>

48. Ding *et al.* (2023). The efficiency spectrum of large language models: An algorithmic survey. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/pdf/2312.00678.pdf>

49. Du, Y., Shuang, L., *et al.* (s. d.) Improving factuality and reasoning in language models through multiagent debate. https://composable-models.github.io/llm_debate/

50. Significant-Gravitas/AutoGPT. (2023). Cuenta GitHub. <https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT>

los seres humanos (de monitores de frecuencia cardíaca a observatorios de rayos gama; de IoT [*internet of things*, o internet de las cosas] a robots⁵¹ a YouTube⁵² a...).

- Esfuerzos en dirección a modelos menores/más baratos (por ejemplo, Persimmon, Mini-GPT,⁵³ Phi-1,⁵⁴ así como a China, que está bajo presión debido al embargo de chips de NVidia).
- Estructuras “todo en uno” para facilitar la implementación por no especialistas (por ejemplo, LLMWare).
- Gran número de herramientas de desarrollo cada vez más robustas, como paquetes “todo en uno” (por ejemplo, Predibase).
- Legiones de desarrolladores (“El que tiene la mayor cantidad de desarrolladores gana”).⁵⁵
- Verticalización para mejorar los resultados y reducir las alucinaciones: salud⁵⁶ (Stanford, Google); finanzas (Bloomberg Finance Model, Columbia); libros didácticos (Microsoft)⁵⁷ etc.
- Legiones de diseñadores y experimentadores de prompts, en todos los sectores.

51. DeepMind se asoció a 33 laboratorios de investigación para crear el conjunto de datos de robótica más amplio existente, conteniendo más de un millón de trayectorias de 22 robots, incluyendo brazos robóticos, robots bimanuales y cuadrúpedos, demostrando más de 500 habilidades.

52. **Es notable que Google tenga acceso a una joya como YouTube: esta no solo es una fuente muy grande de datos inexplorados, sino que también es razonablemente estructurada por sus usuarios finales y contiene un tesoro de información procedimental que en general no está presente en otros conjuntos de datos. Se puede decir lo mismo de GSuite/GMail, pero tal vez con restricciones de propiedad que es posible evitar por medio de la anonimización.**

53. Zhu, D. *et al.* (2023). MiniGPT-4: Enhancing vision-language understanding with advanced large language models. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2304.10592>

54. Gunasekar *et al.* (2023). Textbooks are all you need. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2306.11644>

55. Blue OS Museum. (2023). Steve Ballmer at .NET presentation: Developers. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XxbJw8PrIkc>

56. Bolton, E. *et al.* (2022) Stanford CFRM introduces PubMedGPT 2.7b. Universidad de Stanford HAI. <https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b>; también Google/PALM, Matias, Y. y Corrado, G. (2023). Our latest health AI research updates. Google: Health. <https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/>

57. Gunasekar *et al.* (2023). Textbooks are all you need. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2306.11644>

- Optimización de prompts,^{58,59} que lleva a mejores resultados en las consultas.
- *Recursos latentes aún no descubiertos* que probablemente podrían ser revelados por medio de ajustes finos y políticas inteligentes de recompensa de aprendizaje por refuerzo.⁶⁰
- *“Más es diferente”*: situaciones de emergencia^{61,62} con capacidades insospechadas. Pero esta visión es atenuada por la exageración semántica de “emergencia” en vez de “umbral”; así, “más es diferente” podría ser simplemente “más es (solo) más”.⁶³
- Además de los sistemas basados en LLM, los sistemas de razonamiento que usan IA neurosimbólica.
- “Hiperexponencial”: la IA acelerando la IA⁶⁴ (“creando el investigador de IA”).

Mejoras de hardware:

- Coprocesadores de borde,⁶⁵ lo que significa que su notebook y smartphone ejecutarán los LLM localmente y de manera más rápida, no solo en la nube (Apple, Intel, Qualcomm).
- Dispositivos de consumo específicos para IA con diferentes factores de forma (ya se anunciaron varias ofertas).

58. Yang, C., Wang, X. *et al.* (2023). Large Language Models as Optimizers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2309.03409>

59. Zhou, Y., Muresanu, A. I. *et al.* (2022). Large Language Models Are Human-Level Prompt Engineers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2211.01910>

60. Por ejemplo, Clevecode. (2023). “Can you beat a stochastic parrot?”

61. Bounded Regret. (2022). More is different for AI. *Bounded Regret Blog*. <https://bounded-regret.ghost.io/more-is-different-for-ai/>

62. Ganguli, D., Hernandez, D., *et al.* (2022). Predictability and Surprise in Large Generative Models. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533229>

63. Miller, K. (2023). AI’s ostensible emergent abilities are a mirage. *Stanford: HAI*. <https://hai.stanford.edu/news/ais-ostensible-emergent-abilities-are-mirage>; <https://arxiv.org/abs/2304.15004>; Rylan Schaeffer, Brando Miranda, Sanmi Koyejo. Are Emergent Abilities of Large Language Models a Mirage? NeurIPS 2023 <https://arxiv.org/abs/2304.15004>

64. Davidson, T. (2023). What a compute-centric framework says about take-off speeds. *Open Philanthropy*. <https://www.openphilanthropy.org/research/what-a-compute-centric-framework-says-about-takeoff-speed>; Cotra, A. (2023). Language models surprised us. *Planned Obsolescence*. <https://www.planned-obsolescence.org/language-models-surprised-us/>

65. Smith, M. (2023). When AI unplugs, all bets are off. *IEEE Spectrum*. <https://spectrum.ieee.org/personal-ai-assistant>

- GPUs más rápidas habilitadas por la Ley de Moore (NVIDIA, AMD, etc.).
- Diferentes arquitecturas de procesador (neuromórfica [IBM, OpenAI], TPU [Google], FPGAs, NVRAM/Memristor, etc.).
- Posibles alternativas innovadoras para hardware más rápido (analógico, superconductor, cuántico, óptico, nanotubos, etc.).

Complementando parcialmente nuestra argumentación anterior, el Dr. Steinhardt, de la Universidad de California en Berkeley, modeló⁶⁶ lo que un “LLM2030” podría ser capaz de hacer. Afirma que:

- “El LLM2030 probablemente será sobrehumano en diversas tareas específicas, incluyendo codificación, hacking, matemática y, posiblemente, diseño de proteínas.
- El LLM2030 podría ‘trabajar’ y ‘pensar’ rápidamente: se estima que será 5x más rápido que los seres humanos, midiendo por palabras procesadas por minuto (intervalo: 0,5x a 20x), y que eso podría ser aumentado a 125x pagando 5x más por operaciones de coma flotante por segundo (FLOPS, en su sigla en inglés).
- El LLM2030 podría ser copiado arbitrariamente y ejecutado en paralelo. La organización que entrene al LLM2030 tendrá computación suficiente para ejecutar muchas copias paralelas: estimo que será capaz de ejecutar 1,8 millones de años de trabajo ajustado a las velocidades de trabajo humanas (intervalo: 0,4 millones a 10 millones de años). Considerando el aumento de velocidad de 5x en el punto anterior, este trabajo podría realizarse en 2,4 meses.
- Las copias del LLM2030 podrían compartir conocimiento porque tienen pesos de modelo idénticos, lo que permite un aprendizaje paralelo rápido: se estima que en un día aprenderá lo equivalente a 2.500 días de aprendizaje humano.

66. Bounded Regret. (2023). What will GPT-2030 look like? *Bounded Regret Blog*. <https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/>

- El LLM2030 será entrenado en modalidades adicionales además de texto e imágenes, incluyendo posiblemente modalidades contraintuitivas, como estructuras moleculares, tráfico de red, código de máquina de bajo nivel, imágenes astronómicas y escaneos cerebrales. Por lo tanto, podría tener una fuerte comprensión intuitiva de dominios en los que la experiencia humana es limitada, permitiéndole incluso formar conceptos que las personas no poseen”.

Considerando todos los aceleradores mencionados, se puede concluir con facilidad que el LLM2030 será **inmensamente** superior al GPT4, aunque todavía sea incapaz de tener AGI. En cierto modo, esto puede ser el choque entre la mentalidad científica y la mentalidad de la ingeniería: **los ingenieros pueden ver cómo los LLM combinados con algoritmos tradicionales podrán superar a los seres humanos en un número significativamente mayor de tareas cognitivas que lo que cualquier producto permite hoy, simplemente por tener estructuras y “cañerías” mejores entre ellos.** Si son exitosos, el resultado podrá tener un impacto muy grande en la sociedad, independientemente de la elegancia científica. Todas las fuerzas/tendencias descritas anteriormente harán bastante posible esa IA altamente capaz. El CCR coincide con Roy Amara, expresidente del Institute for the Future: “Tendemos a sobreestimar el efecto de la tecnología a corto plazo y a subestimar su efecto a largo plazo”.

Por ahora, la mayoría de los investigadores y especialistas parece coincidir en lo que la IA *ya es capaz de hacer*:

- Automatización: la IA puede automatizar tareas repetitivas y tediosas, como data entry, control de calidad y pruebas, liberando tiempo para que los equipos se concentren en tareas más estratégicas y creativas. La automatización puede aumentar la productividad y reducir costos, sobre todo en sectores como manufactura, logística y atención al cliente.
- Predicción: la IA puede analizar grandes cantidades de datos e identificar estándares, haciendo previsiones sobre eventos futuros con alto grado de precisión. Esta capacidad

puede ser aplicada en distintas áreas, desde el clima hasta el mercado bursátil.

- Personalización: la IA puede personalizar productos y servicios, adaptándolos a las preferencias, necesidades y comportamientos individuales. Esta capacidad es particularmente valiosa en el marketing, área en la que la IA puede analizar los datos del cliente para hacer recomendaciones personalizadas y mejorar su experiencia.
- Reconocimiento de imagen y voz: la IA puede reconocer y clasificar imágenes y voces, lo que incluye aplicaciones en seguridad, salud y entretenimiento. Por ejemplo, la IA puede analizar imágenes médicas para detectar enfermedades o auxiliar en procedimientos quirúrgicos.
- Procesamiento de lenguaje: la IA puede procesar y analizar el lenguaje natural, permitiendo que chatbots, asistentes virtuales y otras herramientas de comunicación respondan a consultas, solicitudes y comandos del usuario.

LIMITACIONES DE LOS LLM

Existen **profundas** limitaciones técnicas en los LLM:

- Amnesia anterógrada grave: incapacidad de formar nuevas relaciones o recuerdos más allá de la Educación intensiva. Los LLM no aprenden de, reflexionan sobre ni recuerdan interacciones pasadas. Sus respuestas se limitan a lo que está implícito en la combinación del texto solicitado por la consulta y el modelo⁶⁷ que construyeron hasta la última ejecución del entrenamiento. OpenAI trabaja activamente en este tema.
- “Alucinaciones” (confabulaciones), que son endémicas en los LLM: se trata de instancias en las que el modelo genera resul-

67. Mucho se debate sobre las implicancias de “modelos de mundo”, con la exageración de algunos investigadores de IA: una comprensión de, por ejemplo, geografía no proporcionaría soporte a una comprensión de las leyes físicas y de la causalidad del mundo. Gary Marcus explica que esa *aparición de tener una estructura para el conocimiento no significa que tenga una comprensión del conocimiento suficiente para que lo llamemos “modelo”*. De hecho, muestra que IAs mucho más primitivas contienen correlaciones sobre el espacio físico.

tados incorrectos, sin sentido o no relacionados, a pesar de recibir entradas coherentes y relevantes. Este fenómeno puede ocurrir por diferentes motivos: datos limitados, mala interpretación del contexto, generalización excesiva, sesgo en los datos de entrenamiento y casos extremos.

- Falta de modelo de mundo: ninguna comprensión real del contenido brindado, incapacidad de actualizar el conocimiento por su cuenta, falta de aprendizaje basado en la experiencia, incapacidad de contextualizar información dinámicamente, dependencia de entrada para generar salida⁶⁸ y falta de razonamiento de sentido común.⁶⁹
- Puesta al día: la actualidad de los datos depende de cuándo el modelo fue entrenado por última vez; esto se está convirtiendo en menos problemático con modelos recientes que se mantienen actualizados.

De acuerdo con Yann LeCun, de Meta: “sabemos que, si los futuros sistemas de IA se construyen con base en el mismo modelo de los LLM actuales, podrán volverse altamente capacitados, pero seguirán siendo burros. Todavía tendrán alucinaciones, serán difíciles de controlar y solo regurgitarán aquello para lo que fueron entrenados. Lo *más importante* es que aún serán incapaces de razonar, inventar algo nuevo o planificar acciones para cumplir objetivos. A menos que puedan ser entrenados con videos, seguirán sin entender el mundo físico. Los sistemas futuros deberán utilizar una arquitectura diferente, capaz de comprender el mundo, razonar y planificar para atender a un conjunto de objetivos y barreras”.

Además de estas limitaciones inherentes, tanto los investigadores como los especialistas señalan un listado adicional de problemas, para los que el CCR propone contrargumentos:

68. En otras palabras, necesitan “hablar” para “pensar”.

69. Benchechroun, Y. *et al.* (2023). WorldSense: A synthetic benchmark for grounded reasoning in large language models. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2311.15930>

LO QUE LA IA NO PUEDE HACER	CONTRAARGUMENTOS DEL CCR
Creatividad: la IA puede generar nuevas ideas, pero no tiene la creatividad y la originalidad de los seres humanos. Puede imitar la creatividad humana, pero no replicarla.	La mayor parte de la creatividad es incremental ⁷⁰ y puede ser orientada por estándares. ⁷¹ La proporción restante de creatividad radical (imaginación, originalidad) es, de hecho, mucho más humana, pero puede ser explorada aumentando la “temperatura” del LLM y cosechando sus alucinaciones –algo no muy distinto a los artistas y sus visiones bajo la influencia de drogas o enfermedades mentales–. Los seres humanos también producen muchos incrementos menores en la búsqueda por una idea radical, y necesitan hacerlo para alcanzar un destello ocasional de brillantez.
Inteligencia emocional: la IA no tiene inteligencia emocional ni empatía, que son esenciales para entender las emociones y el comportamiento humano.	No es capaz de “entender”, pero puede “representar” para sí misma y “leer” ⁷² las emociones humanas. Se le puede enseñar a tener empatía, es naturalmente paciente y no se cansa.
Juicio: la IA puede tomar decisiones a partir de datos, pero no es capaz de hacer juicios éticos o morales. No logra tener en cuenta las implicancias sociales, culturales ni éticas más amplias de sus decisiones.	Se están implementando salvaguardias, pero eso no impide el accionar de actores malintencionados, ya sea a nivel estatal o hackers de prompts determinados. Sus respuestas pueden ser prefiltradas en tiempo real para evitar sesgos obvios. Pero, entrenada con datos humanos, reflejará nuestras tendencias humanas.
Comprensión contextual: la IA no logra entender el contexto de las situaciones, sobre todo las ambiguas o complejas. Puede interpretar mal los datos, llevando a decisiones incorrectas.	El entrenamiento con una infinidad de fuentes del mundo real, vinculadas por medio de APIs o LangChains, puede mejorar la “comprensión”. • Información sensorial de todo tipo (de autos a IoT y observación de rayos gama), con alcance dinámico, frecuencias y ancho de banda mucho mejores que los sentidos humanos. • Información procedimental de YouTube, patentes, etc.

sigue

70. Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press.

71. Wikipedia. (2023). Triz. <https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ>

72. Elyoseph, Z., Asraf, K. y Lvovsky, M. (2023). ChatGPT outperforms humans in emotional awareness evaluations. *Frontiers in Psychology*, 14, 1199058. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1199058>

Sentido común: la IA no tiene sentido común ni la intuición de los seres humanos. Puede cometer errores, sobre todo al lidiar con situaciones poco comunes que requieren juicio y experiencia humana.	Eso se perfeccionará a través de una mejor comprensión del mundo real, basada en la “comprensión contextual”, y a medida que la comunidad LLM comience a adoptar otros esquemas algorítmicos (neurosimbólicos, etc.).
--	---

Del mismo modo, el **GPT4 presenta una serie adicional de limitaciones**, para las que el CCR también tiene una serie de contrargumentos:

LIMITACIONES, SEGÚN CHATGPT	POSIBLEMENTE SUPERADAS POR:
Dependencia de los datos de entrenamiento: la calidad y la amplitud del resultado están profundamente relacionadas a los datos de entrenamiento. Si una IA no es entrenada en determinada información, no podrá generar respuestas precisas sobre ella.	Las APIs para herramientas/sistemas de investigación especializados y el acceso LangChained a bases de datos vectoriales minimizan significativamente las restricciones iniciales del conjunto de datos.
Sesgo: si los datos usados para entrenar a la IA tienen sesgos, la IA podrá reproducir o incluso amplificarlos en los resultados.	Las respuestas pueden ser prefiltradas en tiempo real para evitar tendencias obvias. Pero, entrenada con datos humanos, reflejará de vuelta nuestras tendencias humanas.
Supergeneralización: la IA generativa puede generalizar en exceso en función de los datos de entrenamiento, llevando a declaraciones técnicamente precisas, pero que pueden no aplicarse a situaciones específicas, usando a veces la imprecisión para protegerse contra la falta de conocimiento.	Hay mucho trabajo en curso para, por lo menos, <i>minimizar</i> las generalizaciones excesivas mediante algoritmos; y conjuntos de datos específicos del sector también pueden reducir confabulaciones fuera del alcance.
Verificabilidad: la IA generativa puede producir información rápidamente, pero eso no significa que sea siempre correcta o fiable. La verificación es esencial.	Los conjuntos de datos específicos del sector ayudarán a la confiabilidad, así como los esquemas de generación aumentada de recuperación que permiten que el modelo cite las fuentes que informan su resultado.

continua

Preocupaciones éticas: potencial uso indebido en la generación de información engañosa, deepfakes u otros contenidos engañosos.	Se están implementando salvaguardias, pero aún no son muy eficaces. Además, no son un impedimento para los actores malintencionados a nivel estatal o para los hackers de prompts determinados.
Uso intensivo de recursos: el entrenamiento de modelos generativos de última generación exige recursos computacionales significativos, que tienen implicaciones ambientales y económicas.	Los servicios basados en la nube están eliminando el costo inicial de la infraestructura, haciendo que las incorporaciones sean accesibles incluso para instituciones relativamente pequeñas. Las implicancias ambientales deben ser abordadas por los formuladores de políticas y por el sector.
Falta de conducta direccionada por metas: al contrario de los seres humanos, la IA generativa no tiene deseos, objetivos ni intenciones. Responde a solicitudes sin un “propósito”.	Eso es bueno y puede ser eminentemente realizado por seres humanos.

Debilidades humanas:

Además, las debilidades humanas y los miedos que generan informarán la eficacia y la profundidad de nuestras interacciones con la IA. Por lo tanto, es clave observar todos los puntos a continuación:⁷³

- **Antropomorfización:** existe una tendencia muy fuerte a antropomorfizar la conducta de la IA⁷⁴ y atribuirle mucho más de lo que la realidad demuestra. ¿Las personas serán capaces de combatir esa antropomorfización natural cuando los productos se proyecten explícitamente para activarla? (Si tiene dudas sobre la fragilidad humana, basta observar el éxito del botón “Me gusta”,⁷⁵ mucho más simple, y su microlibe-

73. Conforme lo mencionado en la “Introducción”, este libro no abarca cuestiones de ética y sesgo, ya que están siendo tratadas por muchas organizaciones.

74. Tarnoff, B. (2023). Weizenbaum’s nightmares: How the inventor of the first chatbot turned against AI. *The Guardian*; Li, M. y Suh, A. (2022). Anthropomorphism in AI-enabled technology: A literature review. *Electron Markets* 32, 2245-2275.

75. Lee, H. Y., Jamieson, J. P., et al. (2020). Getting Fewer “Likes” Than Others on Social Media Elicits Emotional Distress Among Victimized Adolescents. *Child Development*, 91(6), 2141. <https://doi.org/10.1111/cdev.13422>

ración de dopamina). De acuerdo con Narayanan y Kapoor: “los desarrolladores deben evitar conductas que faciliten la antropomorfización de estas herramientas, excepto en casos específicos, como chatbots de compañías. Los periodistas deben evitar titulares y artículos clickbait que exacerben ese problema. Es urgentemente necesario que se realicen investigaciones sobre la interacción entre humanos y chatbots”.⁷⁶

- Identidad: la IA ya tiene una “identidad”, de tres sentidos: el conjunto de datos usado, sus algoritmos y su interfaz de usuario.⁷⁷ Vea antropomorfización.
- Dominio afectivo: incluso el dominio afectivo puede ser hackeado (por ejemplo, un niño de 5 años prefiere un robot paciente leyendo un cuento para dormir).⁷⁸
- Agencia: los LLM necesitan “hablar para pensar”, ya que no reflexionan/rumian por voluntad propia. La IA no tiene capacidad de autoexpresión ni compulsión para comunicarse. No tiene autonomía, intencionalidad, voluntad o agencia, pero *puede recibirlos, parcialmente, de agentes*.⁷⁹ ¿Eso podría ampliarse a un nivel mucho mayor de agencia?
- Perfección: los seres humanos requieren más de las máquinas y esperan que la IA sea impecable,⁸⁰ pero no esperan lo mismo de sus pares (¡un vehículo automatizado mata a una persona y todos gritan “robot malo”, aunque personas maten a miles de otras mientras manejan!). ¿Los humanos perdonan demasiado los errores de otros humanos? ¿Ese antropocentrismo debe ser reconsiderado?
- Miedo: las personas se acostumbraron a máquinas más fuertes que ellas,⁸¹ pero tienen dificultades con máquinas

76. Narayanan, A. y Kapoor, S. (2023). Why people keep anthropomorphizing AI. *AI Snake Oil*. <https://www.aisnakeoil.com/p/people-keep-anthropomorphizing-ai>

77. Character.ai. es un chatbot para el que los usuarios pueden crear diferentes “personalidades” y compartirlas on-line con el objetivo de que otras personas puedan conversar con ellas.

78. Brackley, J. y Vincent, S. (2015). Humans. [Serie de televisión. Temporada 1, en diversos episodios].

79. <https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT>

80. Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. Basic Books.

81. Palestra de Richard Feynman, el 26 de septiembre de 1985, sobre IA: <https://www.youtube.com/watch?v=ipRvjS7q1DI>

más inteligentes que ellas hasta que se concienticen de eso.⁸² ¿Esta conducta se deberá al miedo evolutivo de enfrentar a un nuevo superpredador? Yann LeCun afirmó: “no querrán dominarnos porque no tendrán ningún objetivo que las lleve a dominar (al contrario de muchas especies vivas, sobre todo especies sociales como los humanos). Los objetivos de protección lo evitarán. Serán más inteligentes que nosotros, pero seguirán bajo nuestro control. Nos harán más inteligentes. La idea de que los sistemas inteligentes de IA necesariamente dominarán a los seres humanos está simplemente equivocada”.

- Deseo prometeico:⁸³ hace mucho los investigadores de IA nutren un deseo prometeico, anhelando fervorosamente que su creación adquiera inteligencia similar a la humana. ¿Este “síndrome del padre orgulloso” estaría perjudicando las previsiones?
- Antropocentrismo, otra vez: los seres humanos esperan que la IA tenga inteligencia **similar** a la humana; ¿por qué? Richard Feynman, en una entrevista de 1985⁸⁴ sobre IA, recordó al público que “podríamos intentar hacer una máquina que corriera como un guepardo, pero es más fácil hacer una máquina con ruedas. Los aviones no vuelan como un pájaro. Ellos vuelan, pero no como un pájaro, ¿verdad?”. De la misma manera, los animales (desde pájaros hasta pulpos) no tienen inteligencia semejante a la humana, pero son altamente capaces (vea el Apéndice digital “El origen evolutivo de las competencias”).

82. “La orientación estratégica humana combinada con la acuidad táctica de una computadora fue arrolladora.” “Humano débil + máquina + proceso mejor fue superior a una computadora fuerte sola y, más notablemente, superior a un humano fuerte + máquina + proceso inferior.” Fuente: Garry Kasparov, “The Chess Master and the Computer”, New York Review of Books, 11 de febrero de 2010.

83. Gonçalves, B. (2020). Dystopia or utopia? Alan Turing's Promethean ambition about intelligence machines. *Research Gate*. https://www.researchgate.net/publication/348185600_Dystopia_or_utopia_Alan_Turing's_Promethean_ambition_about_intelligent_machines

84. Lex Clips. (2019). Richard Feynman: Can machines think? *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=ipRvjS7q1DI>

Por ahora, los seres humanos deben aceptar el surgimiento de un nuevo y fascinante tipo de inteligencia con capacidades tanto profundas como superficiales.

¿PODRÍA EL FUTURO LLEGAR MÁS RÁPIDO? SÍ...

Honestamente, los autores tienen dos opiniones: según el listado presentado de mejoras múltiples, interconectadas y aceleradas que están por venir, incluso la etapa *capaz* puede ser bastante perturbadora. Además, muchos especialistas revisaron sus expectativas y las redujeron a lo largo del tiempo,⁸⁵ con base en los avances de la GenAI, pero eso puede muy bien ser una reacción exagerada al impacto repentino de los LLM, junto con el comportamiento de rebaño. Si la aceleración continúa, es imposible hacer previsiones y es cuestionable que alguien pueda antever totalmente los efectos y las consecuencias (vea la sección a continuación sobre consecuencias no intencionales), pero los seres humanos deben intentar prever lo mejor posible y, más apropiadamente, reaccionar con rapidez ante la velocidad de cambio.

Sin embargo, los eventos exponenciales no pueden permanecer físicamente así para siempre: los efectos de saturación entran en acción, como la desaparición de alimentos en una placa de Petri, perjudicando el crecimiento bacteriano (de ahí el diagrama de “equilibrios puntuados” en el comienzo de este capítulo). En el contexto de la IA, a pesar del crecimiento significativo en los tamaños de los modelos y los recursos computacionales, existen preocupaciones respecto a alcanzar límites físicos, económicos o ambientales. A medida que los modelos de IA siguen creciendo, los beneficios en términos de desempeño no se alienarán linealmente con el aumento de costos, señalando un posible punto de saturación en el que el aumento de escala puede dejar de ser tan ventajoso o factible.⁸⁶

85. McKinsey and Company. (2023). Debido a la IA generativa, los especialistas evalúan que la tecnología podría alcanzar el desempeño de nivel humano en capacidades antes de lo pensado. *McKinsey Global Institute*. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/mckinsey%20explainers/whats%20the%20future%20of%20generative%20ai%20an%20early%20view%20in%2015%20charts/svgz-futuregenaicollection-ex2.svgz?cq=50&cpy=Center>

86. Strubell, E., Ganesh, A. y McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1906.02243>

Saturación potencial que afecta al progreso de los LLM:

- **Limitaciones técnicas:**
 - Retornos decrecientes: los desarrolladores de LLM ya admiten que un volumen mayor de modelos ya no es el camino, en comparación con la multimodalidad y los conjuntos de datos mejores.
 - Quedar sin conjuntos de datos útiles (previsión para 2026): la escasez de conjuntos de datos diversificados y de alta calidad es una limitación notable para los LLM. Hasta ahora, la adquisición de grandes, variados y ricos conjuntos de datos es fundamental para el entrenamiento de modelos robustos, pero la humanidad genera datos de alta calidad mucho más lentamente que lo que la IA entrena con ellos, y datos de baja calidad o tendenciosos llevan a una IA de baja calidad y tendenciosa. El cambio a “datos sintéticos” está en curso, con resultados poco claros en esta etapa.
 - Meseta de la Ley de Moore: la progresión de los LLM está íntimamente ligada a los avances de la capacidad de computación. Con los transistores alcanzando 1 nm, la tasa en que los humanos pueden hacer avanzar los recursos computacionales por medio de mejoras en el silicio está potencialmente disminuyendo y reforzando la migración hacia arquitecturas mixtas de CPU+GPU (PowerInfer, Apple), otros tipos de procesadores (neuromórficos, etc.) o algoritmos menos exigentes (Mixtral, Orca2).
 - **La necesidad de avances subsecuentes**, como sistemas de razonamiento (también conocidos como IA neurosimbólica), emparejamiento con gráficos de conocimiento, etc.: los LLM actuales operan sobre todo con base en el reconocimiento de estándares y extrapolaciones, sin recursos avanzados de razonamiento ni una comprensión profunda del contenido. “El texto es una fuente muy pobre de información”, dijo Yann LeCun, explicando que un ser humano tardaría 20.000 años para leer la cantidad de texto utilizada para entrenar modelos de lenguaje moder-

nos. “Entrene a un sistema con lo equivalente a 20.000 años de material de lectura y aun así éste no entenderá que, si A es lo mismo que B, entonces B es lo mismo que A”. Para alcanzar el siguiente nivel de IA, son esenciales avances en los sistemas de razonamiento⁸⁷ y otros tipos de algoritmos. Pero el reciente colapso de US\$ 100 mil millones en el sector de vehículos autónomos debe hacer recordar a todos que *los avances no están disponibles bajo demanda*.

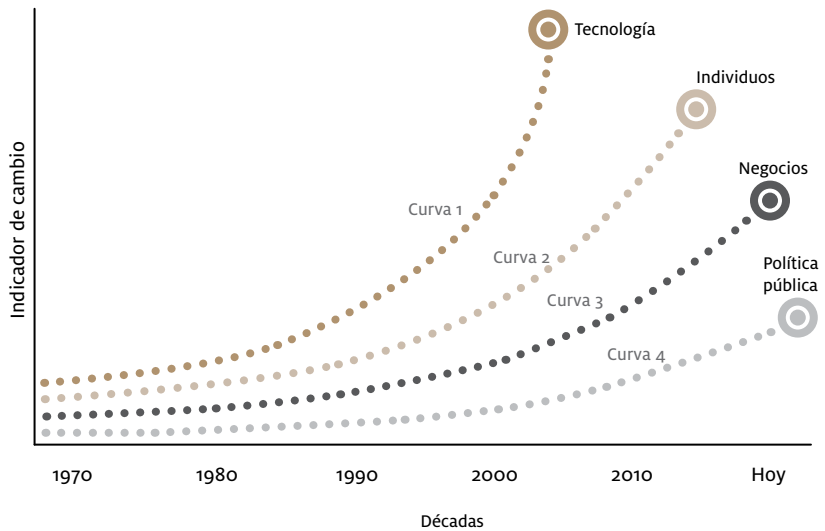
- **Desafíos de gerenciamiento/ideológicos:** tanto OpenAI como Mosaic enfrentaron problemas con repercusión en la prensa, sugiriendo, en el primer caso, motivaciones ideológicas y, en el segundo, deficiencias de gerenciamiento.
- **Desafíos legales:** los modelos de lenguaje a gran escala enfrentan grandes desafíos legales, sobre todo en relación a la privacidad de datos, propiedad intelectual y derechos de uso. Con frecuencia, el entrenamiento de LLM requiere vastos conjuntos de datos que pueden incluir información sujeta a derechos de propiedad, confidencial o de identificación personal.
- **Costo:** el desarrollo, entrenamiento e implantación de LLM involucran costos significativos, sobre todo debido a los recursos computacionales sustanciales exigidos. Son considerables el consumo de energía y los gastos con hardware asociados al entrenamiento de modelos sofisticados.
- **Decisiones políticas** destinadas a tratar cuestiones éticas, de seguridad y de privacidad pueden imponer reglamentaciones rigurosas sobre investigación y desarrollo (I&D) de IA y restricciones al acceso y al uso de datos, y limitar la colaboración internacional (con consecuencias tanto deseadas como no intencionales).
- **Eventos geopolíticos,** como conflictos internacionales y guerras comerciales (sin mencionar las guerras reales), pueden impedir el desarrollo de la IA al perjudicar las colaboraciones globales y las cadenas de suministros, mientras las

87. Lenat, D. y Marcus, G. (2023) Getting from Generative AI to Trustworthy AI.

alianzas y los acuerdos multinacionales pueden acelerarlo al promover la investigación conjunta, el conocimiento y el agrupamiento de recursos. Hay también una aceleración simultánea debido a la competencia, sobre todo entre Estados Unidos, China y Europa.

- **Impacto ambiental**, sobre todo el alto consumo de electricidad y de agua, puede retardar la progresión debido a las preocupaciones crecientes con la sustentabilidad.

El CCR sigue preocupado por el hecho de que el progreso de la IA continuará siendo significativamente más rápido que la capacidad humana de absorberlo, a pesar de todas las limitaciones, según el siguiente diagrama:



Fuente: Rewriting the rules for the digital age 2017 Deloitte Global Human Capital Trends.

¿PODRÍA HABER CONSECUENCIAS NO DESEADAS? SIN DUDA, SURGIRÁN.

Este capítulo hizo referencia al efecto sobredimensionado del botón “Me gusta”, diseñado de hecho para generar impacto –fue la magnitud del efecto lo que sorprendió a todos–. Sin embargo, era un “desconocido conocido”.

Pero lo que más se teme es el efecto completamente imprevisto de un “desconocido desconocido”. Hay un ejemplo anterior excelente en tecnología: el humilde sistema de mensajes cortos (SMS, también conocido como “mensaje de texto”). Cuando el SMS fue implantado como parte del sistema celular Global System for Mobiles (GSM), se trataba de una manera simple y lucrativa de llenar con 140 caracteres el ancho de banda no utilizada entre los canales de voz. ¡Nadie podría prever que, una década después, contribuiría a la erosión de un sentido de compromiso social (a todos ya los dejaron plantados a último minuto mediante un SMS) y que, dos décadas después, en su expresión en X (ex-Twitter), contribuiría a la erosión de la propia democracia!⁸⁸

OTRAS CONSECUENCIAS PARA LA INTELIGENCIA HUMANA

La ciencia se beneficiará de la IA para entender la mente y la inteligencia⁸⁹ de diferentes maneras significativas:

- Modelado de procesos cognitivos: los sistemas de IA, especialmente los basados en redes neuronales, pueden imitar determinados aspectos de la cognición humana. Al crear y observar estos sistemas, los investigadores obtienen insights so-

88. Toomey, D. (2023). What’s happening with Twitter is a threat to democracy. *The Leadership Conference on Civil and Human Rights*. <https://civilrights.org/blog/whats-happening-with-twitter-is-a-threat-to-democracy/#>; Yaraghi, N. (2020). Twitter’s ban on political advertisements hurts our democracy. *Brookings*. <https://www.brookings.edu/articles/twitter-ban-on-political-advertisements-hurts-our-democracy/>

89. Esto también se aplica a la ciencia de la computación en general desde sus inicios, ya que la computación contribuyó a la neurociencia. (Wang, X. *et al.* (2020). Computational neuroscience: A frontier of the 21st century. *National Science Review*, 7(9), 1418-1422. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa129>)

bre cómo el cerebro puede procesar información, solucionar problemas y aprender nuevos contenidos.

- Desarrollo de ontologías mejores, que son una inclinación natural de la ciencia de la computación, dada la necesidad de precisión y consistencia.
- Estudio del aprendizaje y de la adaptación: el aprendizaje automático, un subconjunto de la IA, ofrece una plataforma para estudiar cómo los sistemas pueden aprender con datos y experiencias. Esto refleja aspectos del aprendizaje humano y puede ofrecer pistas sobre cómo nuestros cerebros cambian y se adaptan a lo largo del tiempo en respuesta a nueva información.
- Interacciones entre neurociencia e IA: los modelos de IA son cada vez más usados para interpretar datos neurológicos complejos. Al aplicar la IA a datos de imágenes cerebrales, por ejemplo, los investigadores pueden identificar estándares muy sutiles o complejos para el análisis tradicional. Esto ayuda a comprender la base neural de la cognición y de los procesos mentales.
- Simulación de la conducta humana: la IA puede simular aspectos de la conducta humana, lo que permite que psicólogos y neurocientíficos testeen hipótesis de cómo funciona la mente. Por ejemplo, es posible usar la IA para simular cómo las personas pueden tomar decisiones en determinadas condiciones.
- Asistencia a la salud mental: se están desarrollando herramientas orientadas por IA para diagnosticar e incluso tratar problemas de salud mental. Al analizar los estándares de habla, el uso del lenguaje y las expresiones faciales, la IA es capaz de ayudar a identificar señales de problemas de salud mental, suministrando una nueva ventana para la comprensión de la mente.
- Insights éticos y filosóficos: el desarrollo de la IA trae diferentes cuestiones éticas y filosóficas sobre la conciencia, el libre albedrío y la naturaleza de la inteligencia. Estas discusiones contribuyen a una comprensión más profunda de la mente humana, comparándola con los sistemas artificiales.
- Herramientas perfeccionadas de neurociencia cognitiva: los algoritmos de IA son usados para perfeccionar las herramientas y técnicas (como resonancia magnética funcional, elec-

troencefalograma) usadas en la neurociencia cognitiva, lo que permite un estudio más preciso del cerebro.

- **Comprensión del lenguaje:** el procesamiento del lenguaje natural (PLN), un campo de la IA, ayuda a entender cómo el lenguaje es procesado y generado, ofreciendo insights sobre una de las habilidades cognitivas humanas más complejas.
- **Análisis comparativo:** al comparar los sistemas de IA con la inteligencia humana, los investigadores pueden identificar qué hace que la cognición humana sea única. Tal comparación puede destacar los aspectos de la inteligencia difíciles de replicar artificialmente, ofreciendo, así, percepciones sobre rasgos específicos de la cognición humana.
- **Educación y entrenamiento personalizados:** los sistemas de aprendizaje adaptativo orientados por IA pueden adaptar el contenido educativo a estilos individuales de aprendizaje y habilidades, brindando insights sobre cómo mentes diferentes aprenden mejor. Esto será discutido brevemente en el Capítulo 8.

Además, también se afectará el modo en el que los seres humanos piensan: la cognición humana es afectada por nuevas herramientas por medio de un ciclo de feedback dinámico y recíproco reconocido desde hace mucho tiempo en las ciencias sociales. Ese ciclo es ejemplificado por el concepto de “determinismo tecnológico”, que propone que los avances tecnológicos pueden moldear las estructuras sociales y los estándares de pensamiento humano.⁹⁰ A medida que los humanos desarrollan e interactúan con sistemas de IA, hay una influencia recíproca. Las tecnologías de IA, al proveer nuevas maneras de procesar y analizar información, influyen en cómo los humanos piensan, aprenden y solucionan problemas. Esto se alinea con la teoría del desarrollo cognitivo de Vygotsky, que postula que las herramientas sociales, culturales y tecnológicas desempeñan un rol fundamental en el desarrollo de funciones mentales superiores.⁹¹

90. McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. McGraw-Hill.

91. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Es probable que las interacciones con la IA afecten los procesos cognitivos humanos que los académicos describen como la teoría de la “mente ampliada”, la cual postula que herramientas y tecnologías pueden integrarse a nuestros procesos cognitivos, esencialmente ampliando la mente más allá del cerebro.⁹² En un mundo de IA cotidiana, esto podría manifestarse de diversas maneras. Los siguientes ejemplos ilustran cómo las herramientas de IA pueden convertirse en parte del sistema cognitivo humano, ampliando y, a veces, alterando los procesos cognitivos nativos:

- Recuperación de información y memoria: con dispositivos orientados por IA conteniendo asistentes virtuales, los seres humanos tercerizarán cada vez más las tareas de memoria. Esto ya sucede y es objeto de investigaciones académicas en lo que se refiere a la relación entre la facilidad de acceso a información por internet y la manera cómo los seres humanos memorizan información.⁹³ En lugar de recordar números de teléfono o fechas importantes, por ejemplo, ahora recurrimos en gran medida a los smartphones (de la misma manera que recurriamos al bolígrafo y al papel en el pasado). Esa tercerización puede llevar a cambios en el modo en que los seres humanos afrontan tareas que exigen mucha memoria, posiblemente reduciendo la dependencia humana de la memoria interna y pasando a una forma de recordar externa y asistida por tecnología.
- Toma de decisiones y solución de problemas: los algoritmos de IA, especialmente los de áreas como el análisis predictivo, se emplean para tomar decisiones o sugerir soluciones con base en grandes cantidades de datos. En sectores como el de la salud, en el que los sistemas de IA pueden analizar datos médicos para sugerir diagnósticos o tratamientos, tal integración significa que los profesionales dependen cada vez más de

92. Clark, A. y Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.

93. Sharfstein, E. (2011). Study finds that memory works differently in the age of Google. *Columbia News*. <https://news.columbia.edu/news/study-finds-memory-works-differently-age-google>; Sparrow, B., Liu, J. y Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*, 333(6043), 776-778.

la IA como una herramienta cognitiva en el proceso de toma de decisiones, lo que puede alterar la manera en que procesan información y evalúan opciones.

Por más difícil que sea prever todas las influencias de la IA sobre la cognición humana, está claro que, a medida que los sistemas de IA se hacen más sofisticados e integrados a la vida cotidiana, pueden tener impactos significativos sobre la cognición humana. La IA podría llevar a habilidades cognitivas perfeccionadas en algunas áreas, como el procesamiento de datos, reconocimiento de estándares y creación de prompts específicos, al mismo tiempo que sería capaz de disminuir las habilidades en otras áreas que pueden ser tercerizadas por la IA, como memoria y analogización.

AGENTES Y EL NACIMIENTO DE LA “CIBERNETOLOGÍA”

La interacción entre máquinas (M2M, en la sigla en inglés) de inteligencia artificial se refiere a la capacidad de los sistemas de IA de comunicarse y colaborar sin intervención humana. Algunos ejemplos:

- Vehículos autónomos: los coches autónomos se comunican entre sí para compartir información sobre sus posiciones, velocidad y rutas con el objetivo de evitar colisiones y optimizar el flujo de tránsito.⁹⁴
- Redes inteligentes: los dispositivos alimentados por IA en una red inteligente pueden comunicarse para equilibrar el suministro y la demanda de electricidad en tiempo real, optimizando la distribución de energía.⁹⁵
- Internet industrial de las cosas: los robots y máquinas de manufactura en una fábrica pueden colaborar por medio de algoritmos de IA para coordinar los procesos de producción y aumentar la eficiencia.⁹⁶

94. Thrun, S. et al. (2006). Stanley: The robot that won the DARPA Grand Challenge. *Journal of Field Robotics*, 23(9), 661-692.

95. Farhangi, H. (2010). The path of the smart grid. *IEEE Power and Energy Magazine*, 8(1).

96. Botta, A. et al. (2016). Integration of cloud computing and internet of things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700.

- Monitoreo del sector de salud: los dispositivos médicos equipados con IA pueden comunicar datos vitales del paciente entre sí y a los prestadores de servicios de salud para su monitoreo en tiempo real.⁹⁷
- Sistemas de recomendación: los sistemas de recomendación en el comercio electrónico pueden comunicarse entre sí para mejorar las recomendaciones de productos con base en la conducta y las preferencias del usuario.⁹⁸

Existen diferentes tipos de agentes: agentes reflexivos simples, agentes basados en modelos, agentes basados en metas, agentes basados en utilidad, agentes de aprendizaje y agentes jerárquicos. Entrar en sus detalles está fuera del objetivo de este libro. Para ello, el lector debe consultar la siguiente cita.⁹⁹

El surgimiento de agentes cada vez más sofisticados incitará el estudio de sus interacciones en el nivel “cognitivo”. Los autores de este libro prevén el nacimiento de una “antropología de la computación” dedicada al estudio de esas interacciones entre agentes “racionalizados”. Como la palabra “cibernética” es usada desde la década de 1950 con un significado diferente, “cibernetología”¹⁰⁰ debe ser el término apropiado para esta disciplina.

CONCLUSIÓN

Los nuevos desafíos impuestos por la tecnología son más prominentes que nunca, desde la automatización de la fuerza de trabajo hasta las preocupaciones por la privacidad. Pero dichos retos exigen una respuesta basada en la vigilancia y la adaptabilidad, no en el miedo. Como argumentó el economista James Bessen, el progreso tecnológico, a pesar de ser típicamente disruptivo, también provee

97. Rajkomar, A., Dean, J., Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. *The New England Journal of Medicine*, 380(14), 1347-1358.

98. Adomavičius, G. y Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. *In: IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 17(6), 734-749.

99. <https://www.simform.com/blog/types-of-ai-agents/>

100. Del griego antiguo κυβερνήτης (kybernētēs), que significa “timonel”.

catalizadores para la innovación y nuevas oportunidades.¹⁰¹ Los académicos argumentan que esta evolución requiere una fuerza de trabajo diferente y defienden reformas educativas para preparar a las generaciones futuras con habilidades como pensamiento crítico y adaptabilidad.¹⁰²

También existen buenos motivos para ser optimista respecto a la IA y otros avances tecnológicos. La tecnología tiene el potencial de mejorar el trabajo y la vida humana y de aumentar nuestra capacidad de afrontar desafíos globales. La vigilancia es necesaria para administrar y reducir los riesgos asociados a tecnologías como la IA. Sin embargo, las percepciones alimentadas por el miedo impiden el progreso y la innovación. Adoptar la tecnología con un equilibrio entre cautela y apertura permitirá que la sociedad saque provecho de sus beneficios mientras se prepara para sus desafíos. Los próximos capítulos analizarán lo que esos cambios, sus impactos y nuestras actitudes respecto a ellos significarán específicamente para la Educación en un mundo de IA.

101. Bessen, J. (2015). *Learning by doing*. Yale University Press.

102. Trilling, B., Fadel, C. y Bialik, M. (2015) *Educación en cuatro dimensiones*. Boston: Center for Curriculum Redesign (disponible en: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>).

El impacto de la IA en las profesiones

“Pues si cada uno de los instrumentos pudiera realizar por sí mismo su trabajo, cuando recibiera órdenes, o al preverlas, (...) para nada necesitarían ni los maestros de obras de sirvientes ni los amos de los esclavos”.

Aristóteles

“Los hombres definirán las metas, formularán las hipótesis, determinarán los criterios y harán las evaluaciones. Las computadoras ejecutarán el trabajo rutinario”.

J. C. R. Licklider

IMPLICACIONES PARA LOS EMPLEOS

Ya se han escrito y se siguen escribiendo muchos libros y artículos sobre inteligencia artificial (IA) y automatización, pero aun así abordaremos este tema **porque gran parte del contenido aprendido en la Enseñanza Secundaria es preparatorio para la empleabilidad** (así como en las escuelas técnicas o en la Enseñanza Superior). El surgimiento de la IA trae la cuestión de “¿Qué Educación seguiría siendo relevante si los empleos fueran parcial o totalmente automatizados?” Al fin de cuentas, los sistemas de IA son incansables en comparación con los seres humanos. Por lo tanto, las preguntas de un billón de dólares son: ¿los seres humanos seguirán necesitando trabajar? ¿Qué empleos pueden sobrevivir o surgir?

En primer lugar, existen muchas ventajas posibles por utilizar los modelos de lenguaje a gran escala (LLM) en los negocios:

- Verticalización: se trata del desarrollo de LLM específicos para cada sector, que son adaptados para atender las necesidades y los requisitos exclusivos de diferentes ámbitos. En el sector de la salud, por ejemplo, Google¹⁰³ y la Universidad de Stanford¹⁰⁴ desarrollaron LLM médicos “verticalizados”, y un nuevo LLM llamado OpenEvidence¹⁰⁵ acaba de ser lanzado. De la misma manera, el líder en noticias de negocios Bloomberg¹⁰⁶ y la Universidad de Columbia¹⁰⁷ desarrollaron LLM financieros.

103. Matias, Y. y Corrado, G. (2023). Our latest AI health updates. *Google: The Keyword*. <https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/>

104. Bolton, E., Hall, D., et al. (2022). Stanford CRFM introduces PubMedGPT 2.7B. *HAI Stanford*. <https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b>

105. <https://www.openevidence.com/>

106. Wu, S. Irsoy, O., et al. (2023). BloombergGPT: A Large Language Model for finance. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/2303.17564>

107. AI4Finance-Foundation/FinGPT. (2023). GitHub Repository. <https://github.com/AI4Finance-Foundation/FinGPT>

- Prototipado rápido y facilidad de uso: los LLM pueden ser ajustados en tiempo real sin la necesidad de nuevos y extensos proyectos de modelos, lo que facilita los ciclos de desarrollo y agiliza el tiempo de llegada al mercado.
- Adaptación dinámica: los LLM enfocados en tareas pueden ser adaptados en tiempo real para atender requisitos comerciales en constante cambio.
- Escalabilidad y generalización: los LLM pueden adaptarse a una gran variedad de tareas por medio de ajustes finos, lo que los hace altamente flexibles y reutilizables en diferentes aplicaciones de negocios.
- Alto desempeño: los LLM suelen suministrar resultados de última generación en diferentes aplicaciones, como el procesamiento de lenguaje natural, reconocimiento de imágenes y análisis de datos.
- Representaciones ricas y transferencia de conocimiento: los LLM pueden aplicar el aprendizaje de un dominio en otro (aunque sea de manera limitada hasta el momento), mejorando así la eficiencia y potencialmente revelando nuevos insights.
- LLM de código abierto y soporte de la comunidad: el movimiento de código abierto alrededor de los modelos fundacionales asegura un ecosistema robusto de herramientas, tutoriales y foros, brindando a las empresas amplios recursos de soporte y alentándolas a compartir sus desarrollos.

Existen también preocupaciones respecto al uso de los LLM en los negocios:

- Rápida evolución de modelos: los LLM están evolucionando mes a mes. A veces, una nueva versión puede representar un cambio de paradigma, exigiendo que los ingenieros comiencen de cero para entender cómo implementarla de modo eficaz. Ese ciclo de innovación rápida puede ser visto como un arma de doble filo. Por una parte, los avances continuos significan mejor desempeño y recursos. Por otro lado, esto puede crear una brecha de conocimiento incluso entre ingenieros con experiencia, que pueden tener dificultades para acompañar el escenario en constante transformación.

- **Riesgo de uso indebido y seguridad:** la seguridad es una preocupación creciente, sobre todo con la facilidad para crear contenido engañoso o perjudicial usando estos modelos. Se vuelve fundamental asegurar que las medidas de seguridad se integren a los modelos para mitigar el uso indebido.
- **Impacto ético y social:** estos modelos pueden perpetuar prejuicios, estereotipos e injusticias presentes en los datos, llevando a preocupaciones éticas y de relaciones públicas.
- **Filtración de datos y seguridad:** la información comercial confidencial puede ser codificada inadvertidamente en el modelo, lo que representa un riesgo a la seguridad.
- **Falta de interpretabilidad y transparencia:** por lo general, los LLM son difíciles de interpretar, lo que complica la comprensión de sus procesos de toma de decisión. Esto puede ser un problema significativo para el *compliance* reglamentario.
- **Exceso de ajuste y fragilidad:** estos modelos pueden ser sensibles a anomalías y producir resultados no fiables o imprevisibles cuando son expuestos a datos no distribuidos.
- **Ambigüedad jurídica:** cuestiones relacionadas a atribución, responsabilidad y derechos de propiedad intelectual pueden complicar el escenario jurídico para empresas que utilizan modelos fundacionales.

RAZONES PARA EL ESCEPTICISMO

En 2013, Frey y Osborne, de la Universidad de Oxford, generaron gran preocupación al afirmar que *“hasta el 47% de los empleos podrían ser automatizables”*,¹⁰⁸ mientras un análisis más conservador de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Eco-

108. Frey, C. B. y Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, “Machines and Employment” Workshop Papers. https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

nómicos (OCDE) en 2018 previó el 14%.¹⁰⁹ Frey y Osborne usaron dos condicionales del idioma inglés – “*might* be automatable” – para calificar “*podría ser automatizable*”, pero aun así la afirmación alarmó a los formuladores de políticas. A pesar de que sea útil alertar a los formuladores de políticas con antelación, considerando los tiempos prolongados de reacción del sector público, uno habría esperado que una marca como Oxford hubiera hecho en ese entonces una mejor investigación: no constituye un proceso científico sólido para un economista y un científico de la computación simplemente adivinar cuáles empleos pueden ser automatizados. Parecen haber aprendido de ese error en un artículo de 2023,¹¹⁰ que no ofreció más previsiones cuantitativas.

La investigación de 2023 realizada por las empresas de consultoría Morgan Stanley¹¹¹ y McKinsey¹¹² indica, respectivamente, que alrededor de 300 millones de empleos y 30% de las ocupaciones *podrían* verse afectados. Una vez más, las estimaciones son solo de alto nivel; por lo tanto, no existe una manera granular de verificar si los números son fiables. El Foro Económico Mundial también publicó un informe técnico¹¹³ sobre los LLM y los empleos. Sabiamente, consideró la “intensidad del idioma” de las tareas en las ocupaciones (ya que los LLM son basados en idiomas), para afirmar que “el 23% de los empleos globales *cambiarán* en los próximos cinco años”.

109. Nedelkoska, L. y G. Quintini. (2018). “Automation, skills use and training”, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4ee4-en>

110. Osborne, M. (2023). Generative AI and the future of work: a reappraisal. Brown Journal of World Affairs. <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:f52030f5-23eb-4481-a7f1-8006685edbae>

111. Paulson, B. y Broderick, E. (2023). Compounding through the hype. *Morgan Stanley: Insights*. <https://www.morganstanley.com/im/en-us/individual-investor/insights/articles/compounding-through-the-hype.html>

112. Ellingrud, K., et al. (2023). Generative AI and the future of work in America. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/generative-ai-and-the-future-of-work-in-america>

113. World Economic Forum. (2023). Jobs of tomorrow: Large language models and jobs. *White Papers*. <https://www.weforum.org/publications/jobs-of-tomorrow-large-language-models-and-jobs/>

Para una investigación sólida, sería necesario realizar un análisis de pruebas¹¹⁴ versus pruebas versus ocupaciones: aprobar un examen (de derecho, de medicina, etc.) no equivale a la capacidad de realizar una tarea (por ejemplo, para un abogado, hacer una investigación de antecedentes); y las ocupaciones se componen de distintas tareas (por ejemplo, preparar y argumentar en un proceso judicial), combinadas con el *subestimado* “pegamento” entre ellas (no hay “correa transportadora” de tarea a tarea). *Pero puede haber un factor de diez en la complejidad de una prueba para una tarea y otro orden de grandeza de una tarea para una ocupación* – nadie lo sabe, y eso debe ser bien comprendido–.

Además, poquísimas ocupaciones no dependen de contexto, de modo que incluso las ocupaciones aparentemente “monotarea” no son tan fáciles de automatizar: manejar en las planicies de Manitoba es muy distinto a hacerlo en la hora *pico* en la Place de l'Étoile, en París. Traducir para pedir la llave de una habitación en un hotel no es una misión tan crítica como traducir en la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Está claro que algunas profesiones podrán ser más afectadas que otras, especialmente las que dependen mucho del idioma (ya que ese es el fuerte de los LLM), pero, como muestra el ejemplo de la traducción, el diablo está en los detalles: traducción de rutina, sí; traducción de alto riesgo, mucho menos probable.

El mejor conjunto de datos de Estados Unidos es la base de datos de ocupaciones O*NET del gobierno, con *información brindada por la población* (por lo tanto, tendenciosa). Por lo general, los economistas se basan en O*NET para estudiar las demandas de habilidades, los determinantes salariales, los cambios ocupacionales y el posible impacto del cambio tecnológico en los empleos. Para entender mejor la composición de los empleos en un nivel

114. Se realizan grandes esfuerzos de investigación para evaluar el desempeño de diferentes softwares, sobre todo modelos de IA y de aprendizaje automático, en pruebas de *benchmark* estándar. Estos tests de *benchmark* son fundamentales para la comprensión de las capacidades, limitaciones y desempeño comparativo de un modelo. Sus resultados brindan insights sobre el progreso de la IA, cooperando en la identificación de avances y de áreas que deben ser más exploradas.

detallado y clasificar qué aspectos son automatizables, sería necesario realizar un análisis cognitivo de tareas (ATC, en la sigla en inglés) de las ocupaciones, en el que los psicólogos acompañaran a profesionales en cada tipo de empleo para entender qué hacen exactamente. Hasta donde sabemos, eso no se hizo, aun cuando se ofrecen análisis mejores.¹¹⁵

Para entender mejor las ocupaciones emergentes y sus indicadores de crecimiento, es posible monitorear los empleos en aumento y en baja del Bureau of Labor Statistics (BLS). Puede parecer básico y obvio, pero la realidad es que *los empleos cambian*¹¹⁶ *mucho más lentamente de lo que se teme* (vea el tiempo transcurrido hasta que los empleos de caja de tiendas empezaron a disminuir, y aun así su reducción tiene mucho más que ver con las compras on-line que con los tan temidos scanners,¹¹⁷ que ahora están siendo retirados).

Finalmente, los economistas del trabajo no son futuristas, *e incluso los futuristas no tienen un buen historial en imaginar los nuevos “empleos del futuro”*. La siguiente tabla, del Foro Económico Mundial, muestra los empleos que **NO** fueron previstos¹¹⁸ una década antes:

115. Brynjolfsson, E., Mitchell, T. y Rock, D. 2018. What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? *AEA Papers and Proceedings*, 108, 43-47. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pandp.20181019>

116. **Dicho sea de paso, el BLS no prevé nuevas ocupaciones hasta que la tecnología salga de la etapa de investigación y desarrollo. El Center for Curriculum Redesign (CCR) no analizará aquí la velocidad relativamente lenta de la difusión de la tecnología.**

117. Handel, M. J. (2000). Is there a skills crisis? *The Jerome Levy Economics Institute of Bard College: Public Policy Brief*. <https://www.levyinstitute.org/pubs/ppb/ppb62.pdf>

118. World Economic Forum. (2016). The future of jobs report. *WEF Global Challenge Insight Report*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

PUESTO	NIVEL DE REMUNERACIÓN
Desarrollador de aplicaciones	Alto
Ingeniero de vehículos autónomos	Alto
Especialista en computación en la nube	Alto
Analista de big data/científico de datos	Alto
Gestor de redes sociales	Mediano
Gestor de sustentabilidad	Mediano
Creador de contenido de YouTube	Mediano
Especialista en la generación millennial	Mediano
Operador de drones	Mediano
Conductor de auto de aplicación	Bajo

El listado parcial¹¹⁹ a continuación muestra más imaginación, con el habitual acierto o error en muchos casos (sin contar que muchos *deberían* ser automatizados, como el optimizador de tránsito de drones):

- diseñador de indumentaria impresa en 3D
- optimizador de tránsito de drones
- arquitecto de realidad aumentada
- consultor de robótica
- arquitecto de sistemas globales
- recolector de datos
- geolocalizador
- agricultor urbano
- psicólogo de máquinas
- especialista en conducta de computadora
- negociador de datos
- programador de polvo inteligente
- gerente de personalidad

Y así sucesivamente –vea el listado completo en el enlace de la fuente–.

119. Zeeshan-ul-hassan, U. (2019). Jobs of the future – Are you ready? Zeeshan-ul-hassan Usmani (blog). <https://zeeshanusmani.com/2019/09/23/jobs-of-the-future-are-you-ready/>

Las opiniones sobre los peligros del desempleo ignoran la dificultad actual de encontrar trabajadores para diversas ocupaciones en los países desarrollados y en desarrollo,¹²⁰ y que dicha tendencia es acelerada por el descenso demográfico.¹²¹

LA VISIÓN SENSATA

De acuerdo con lo declarado en el Prefacio, el Center for Curriculum Redesign (CCR) no abarcará en este libro las visiones más en la línea de la ciencia ficción, del hedonismo total en el que las máquinas hacen todo el trabajo o de la esclavización de los seres humanos ante las máquinas, excepto que sean posibilidades factibles, no elucubraciones filosóficas. Pero están ocurriendo dos efectos posibles en este momento, que pueden suceder en paralelo, ya que no son mutuamente excluyentes:

Sustitución: en el contexto de la economía del trabajo, “sustitución” se refiere al concepto de trabajadores o empleos sustituidos o suplantados por avances tecnológicos. La declaración ampliamente repetida de que “la IA no te remplazará, pero alguien con IA sí lo hará” suele ser considerada apócrifa, pero fue comprobada y documentada¹²² por la Harvard Business School (HBS). Sugiere que, aunque la IA pueda no sustituir directamente a los individuos en sus funciones, aquellos que aprovechen los recursos de la IA probablemente tendrán mejor desempeño y superarán a quienes no lo hagan, enfatizando la importancia de adoptar la tecnología de IA y su integración en ámbitos profesionales. Por lo tanto, en otras palabras: *¡mejor subirse al coche que correr detrás de él!*

120. Bhagwat, A. (1973). Main features of the employment problem in developing countries. *IMF Staff Papers*, 1973 <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/024/1973/001/article-A002-en.xml>; Ferguson, S. (2023). Understanding America's labor shortage. *U.S. Chamber of Commerce*. <https://www.uschamber.com/workforce/understanding-americas-labor-shortage>

121. Martinez, M. (2023). As baby boomers retire, German businesses turn to robots. *Reuters*. <https://www.reuters.com/technology/baby-boomers-retire-german-businesses-turn-robots-2023-10-27/>

122. Iansiti, M., et al. (2020). *Competing in the age of AI*. Harvard Business Review Press; Ignatius, A. (Ed.) (2023). AI won't replace humans – but humans with AI will replace humans without AI. *Harvard Business Review: Business and Society*. <https://hbr.org/2023/08/ai-wont-replace-humans-but-humans-with-ai-will-replace-humans-without-ai>.

Complementariedad: en economía del trabajo, “complementariedad” se refiere a un concepto en el que determinadas tecnologías o habilidades aumentan el valor y la productividad del trabajo humano en lugar de sustituirlo. Un excelente estudio reciente¹²³ de la HBS afirma: “sugerimos que los recursos de la IA crean una ‘frontera tecnológica irregular’ en la que algunas tareas son fácilmente realizadas por la IA, mientras otras, aunque parezcan semejantes en nivel de dificultad, están fuera de la capacidad actual de la IA. Nuestro análisis muestra el surgimiento de dos estándares distintos de uso exitoso de la IA por seres humanos a lo largo de un espectro de integración entre ellos y la IA. Un grupo de consultores actuó como ‘centauros’,¹²⁴ como la criatura mítica mitad caballo/mitad humana, dividiendo y delegando sus actividades de creación de soluciones a la IA o a ellos mismos. Otro grupo de consultores actuó más como ‘cíborgs’,¹²⁵ integrando todo su flujo de tareas con la IA e interactuando continuamente con la tecnología”.

A pesar de que la complementariedad entre la tecnología y las habilidades humanas puede aumentar significativamente la productividad, también presenta posibles trampas, sobre todo en contextos reales a largo plazo. La dependencia excesiva de la tecnología puede hacer que los trabajadores entren en el modo “piloto automático”, una laxitud en la que se hacen demasiado dependientes y confiados de los sistemas tecnológicos, dejando de involucrarse activamente con ellos y de perfeccionar sus habilidades. Tal dinámica fomenta la atrofia de las habilidades y reduce la capacidad humana de adaptarse con rapidez a desafíos o disrupciones imprevistas.¹²⁶

123. Dell’Acqua, F., *et al.* (2023). Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge worker productivity and quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013*. <https://ssrn.com/abstract=4573321> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4573321>

124. Wikipedia. (2023). Ajedrez avanzado. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

125. Es interesante que la analogía ciborg/centauro haya sido utilizada por primera vez en el ajedrez con máquinas. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

126. Autor, D. H., Levy, F. y Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.

En contextos ocupacionales del mundo real, estos dos efectos interactúan y pueden hacerlo en beneficio de los profesionales. En el periodismo, por ejemplo, los LLM son capaces de auxiliar a los periodistas en investigaciones preliminares y en la generación de contenido para informes estándares. Pero el pensamiento crítico, el chequeo de hechos, el análisis, la narrativa convincente y las consideraciones éticas inherentes al periodismo son más difíciles de replicar de modo consistente por parte de las máquinas.¹²⁷ En ámbitos que exigen soporte al cliente, los LLM asumieron funciones significativas en el tratamiento de consultas, reclamos o feedback iniciales del cliente, brindando respuestas instantáneas en plataformas como chatbots o respuestas automáticas por e-mail.¹²⁸ Esto puede llevar a una atención al cliente más eficiente, especialmente para consultas frecuentes y básicas. Sin embargo, temas complejos que requieren inteligencia emocional, empatía o solución de problemas no comunes siguen exigiendo la intervención humana. Un LLM puede ofrecer información, pero los agentes humanos son importantes para la construcción de relaciones y una comprensión diferenciada.

De la misma manera, los LLM están dando grandes saltos en la ayuda a profesionales de la medicina, analizando enormes cantidades de literatura médica para presentar los descubrimientos más recientes o sugiriendo diagnósticos diferenciados basados en datos de síntomas. Sin embargo, la práctica real de la medicina es más que el procesamiento de datos: involucra exámenes físicos e intervenciones, interpretación de señales no verbales y toma de decisiones con base en una combinación de datos objetivos y juicio subjetivo.¹²⁹

Entonces, recapitulando:

127. Graefe, A. (2016). *Guide to automated journalism*. Tow Center for Digital Journalism.

128. Huang, M. H. y Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of service research*, 21(2), 155-172. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094670517752459>

129. Chen, J. H. y Asch, S. M. (2017). Machine Learning and Prediction in Medicine – Beyond the Peak of Inflated Expectations. *The New England journal of medicine*, 376(26), 2507.

- Los economistas no entienden totalmente la diferencia de complejidad entre testeos, tareas y empleos.
- La historia muestra que la difusión de la tecnología en las empresas puede demorar décadas.
- Las previsiones ignoran notoriamente el surgimiento de nuevas ocupaciones.
- Frecuentemente se subestima la demografía del empleo.
- Los efectos de sustitución y complementariedad estarán en juego y son difíciles de prever.

Con todas esas reservas en mente, es posible descartar el miedo de que “todos los empleos desaparecerán” a la brevedad. **Como los empleos seguirán existiendo en el futuro próximo, el objetivo de la Educación *continúa siendo* dual, como se afirmó en la Introducción: psicosocial y económico, no uno u otro.** *Cómo* hacerlo se discute a lo largo de este libro. Empezamos con el objetivo final de la Educación: la sabiduría.

CAPÍTULO 3

Sabiduría: el objetivo duradero de la Educación

“Vuele por el camino del medio”.¹³⁰

Dédalo [consejo] a Ícaro

130. Tolentino, Cierra. (2022). “The Myth of Icarus: Chasing the Sun.” *History Cooperative*.

¿POR QUÉ SABIDURÍA? ¡AVANCE DE LA SOCIEDAD –Y SUPERVIVENCIA–!

La sabiduría desempeña un rol fundamental en la evolución humana, promocionando la cohesión grupal y garantizando la supervivencia. En las primeras sociedades de cazadores-recolectores, los ancianos sabios eran vitales para la toma de decisiones y la solución de conflictos, ayudando al grupo a sobrevivir a desafíos ambientales y amenazas de adversarios.¹³¹ A medida que las sociedades se hicieron más complejas, la sabiduría se hizo aún más importante: navegar por las jerarquías sociales, comprender las normas culturales y prever las consecuencias exigía la conciliación de diferentes perspectivas y el pronóstico de resultados futuros –aspectos fundamentales de la sabiduría–.¹³² La inclinación humana para la evolución cultural acumulativa, en la que cada generación se basa en la sabiduría del pasado, resalta la importancia de la sabiduría tanto para la supervivencia individual como para la perpetuación del conocimiento y de la percepción colectiva, **fomentando el desarrollo de la sociedad.**¹³³

Sin embargo, en todo el mundo las creencias (incluso las religiosas) están derrotando al conocimiento,¹³⁴ en gran parte debido a la influencia de las redes sociales que apelan a las emociones.¹³⁵ André Malraux dijo: “*Le 21ème siècle sera religieux ou ne sera pas*”,¹³⁶ es decir, o la civilización encontrará principios orientadores (no quiso decir “religiones”) o se autodestruirá. Danny Hillis, del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT, en su sigla en inglés),

131. King, L. A., Hicks, J. A. y Abdelkhalik, J. (2009). Death, life, scarcity, and value: An alternative perspective on the meaning of death. *Psychological Science*, 20 (12), 1459-1462.

132. Bluck, S. y Glück, J. (2005). From the Inside Out: People's Implicit Theories of Wisdom. In: R. J. Sternberg y J. Jordan (Eds.), *A handbook of wisdom: Psychological perspectives* (pp. 84-109). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511610486.005>

133. Tomasello, M. (1999). The human adaptation for culture. *Annual review of anthropology*, 28 (1), 509-529. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.anthro.28.1.509>

134. Kahan, D. M. (2015). Climate-science communication and the measurement problem. *Advances in Political Psychology*, 36, 1-43. <https://www.jstor.org/stable/43783843>; Norenzayan, A. y Gervais, W. M. (2013). The origins of religious disbelief. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(1), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.11.006>.

135. Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H. y Cook, J. (2017). Beyond misinformation: Understanding and coping with the “post-truth” era. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(4), 353–369. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.07.008>

136. No quiso decir, como algunos entendieron erróneamente, “convertirse en religioso”.

fundador de Thinking Machines,¹³⁷ una vez bromeó: “Bienvenidos a la era de la irracionalidad”.¹³⁸

La sabiduría también es clave para entender y navegar por los riesgos existenciales y desafíos éticos emergentes producto del cambio climático¹³⁹ y por las tecnologías creadas por el ser humano más allá de los combustibles fósiles (inteligencia artificial,¹⁴⁰ biotecnología¹⁴¹ y energía nuclear). La humanidad está ante una “variedad de problemas sociales y ambientales sin precedentes, muchos de ellos generados por el ser humano”,¹⁴² representados por 14 posibles callejones sin salida evolutivos para la humanidad.¹⁴³ **Actualmente, los riesgos son más grandes que nunca y requieren que la humanidad demuestre más sabiduría colectiva e individual.**

Debemos educar a los estudiantes para que sean la próxima generación de agentes de transformación, capaces de enfrentar desafíos inmensos. *El ingreso a la universidad y los requisitos de empleo son necesarios, pero insuficientes.*

¿PERO QUÉ ES SABIDURÍA EXACTAMENTE? DISCERNIMIENTO PERSPICAZ EN CONTEXTO

La sabiduría suele ser definida de manera inexacta en la cultura popular, ya que puede ser considerada en sus sentidos más amplios y

137. https://en.wikipedia.org/wiki/Thinking_Machines_Corporation

138. Comunicación personal con Charles Fadel.

139. Gardiner, Stephen M. (2011). *A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change, Environmental Ethics and Science Policy Series*, edición on-line. Oxford, UK: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195379440.001.0001>

140. Wilks, Yorick, Ed. (2010). *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design issues*. Amsterdam: John Benjamins Pub. Co.

141. Rigaud, Nicolas. (2008). “Biotechnology: Ethical and Social Debates.” Report for the *OECD International Futures Project on The Bioeconomy to 2030*. <https://www.oecd.org/futures/long-termtechnologicalsocietalchallenges/40926844.pdf>

142. Glück, Judith y Nic M. Weststrate. (2022). “The Wisdom Researchers and the Elephant: An Integrative Model of Wise Behavior.” *Personality and Social Psychology Review*, 26 (4), 342–374. <https://doi.org/10.1177>

143. Søgaard Jørgensen, P. et al. (2023). Evolution of the polycrisis: Anthropocene traps that challenge global sustainability. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)*. DOI: 10.1098/rstb.2022.0261.

más rigurosos,¹⁴⁴ y viene asociada a muchas reservas complicadas en la opinión pública (sobre todo en ambientes políticos cada vez más divididos). La sabiduría es comúnmente definida como:

FUENTE	DEFINICIÓN
Diccionario Oxford ¹⁴⁵ (Reino Unido)	La capacidad de tomar decisiones sensatas y dar buenos consejos debido a su experiencia y conocimiento.
Diccionario Merriam-Webster ¹⁴⁶ (EUA)	La capacidad de discernir cualidades y relaciones internas; insight; sentido común; juicio.
Sagesse ¹⁴⁷	- Ideal de vida más elevado propuesto por una doctrina moral o filosófica; la conducta de alguien que está conforme con ese ideal. - Cualidad de alguien que demuestra un juicio sólido y bien informado en sus decisiones y acciones. - Cualidad de alguien que actúa con prudencia y moderación; fuerza de carácter en las acciones.
σοφία, sophía	- Traducido literalmente como experto, habilidoso, inteligente, sabio. - La filosofía griega (philo-sophia, literalmente “amor a la sabiduría”) enfatiza el reconocimiento de la propia ignorancia y la valoración de la humildad epistémica, resumida en el famoso aforismo de Sócrates “Solo sé que no sé nada”.¹⁴⁸
ཤེས་རབ་, prajñā sherab	- En el Tíbet, la sabiduría es la sexta de las seis paramitas, definida como el discernimiento preciso de todo. - En la palabra yeshe, ཡེ་, yé es la abreviatura de ཡེ་ནས་, yé né, que significa “desde los comienzos”. Algunas traducciones utilizan “prístino” o “puro”, lo cual significa que todo es como siempre lo fue.
ཡེ་ཤེས་, jñāna yeshe ¹⁴⁹	

Sigue

144. Mitchell, L., Knight, B. y Pachana, N. (2017). Wisdom across the ages and its modern-day relevance. *International Psychogeriatrics*, 29(8), 1231-1234. doi: <https://doi.org/10.1017/S1041610217000783>

145. Oxford Learner’s Dictionary. (2023). “Wisdom.”

146. Merriam-Webster Dictionary. (2023). “Wisdom.” <https://www.merriam-webster.com/dictionary/wisdom>

147. Larousse. (2023). “Sagesse.” <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sagesse/70506>

148. Fine, G. (2008). “Does Socrates Claim to Know that He Knows Nothing?”. *Oxford Studies in Ancient Philosophy*. 35: 49-88.

149. Wikipedia. (2023). “Wisdom - Rigpa Shedra.” <https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Wisdom>; Wikipedia. (2023). “Primordial wisdom - Rigpa Shedra.” https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Primordial_wisdom

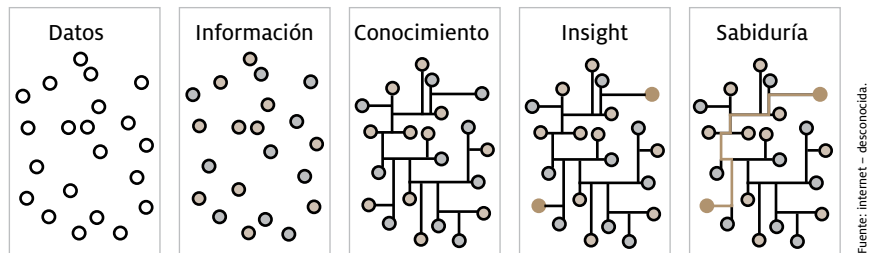
Hinduismo	• La sabiduría es un estado profundo de ser, relacionado al logro de la liberación y abarca la autoconsciencia suprema y el reconocimiento de uno mismo como la verdad fundamental de toda la creación. • Involucra la percepción de la profunda conexión de una persona con toda la creación y el “alma suprema” (paramatma), alcanzada por medio de una vida y conducta justas.¹⁵⁰
prajñā (Pali, paññā)	• Las tradiciones budistas dan central importancia al desarrollo de la sabiduría; el objetivo final es frecuentemente presentado como “ver todo como es” u obtener una “comprensión profunda de todos los fenómenos”.¹⁵¹
hikma حكمة	• Traducido del árabe como sabiduría, sagacidad, filosofía, racional o razón subyacente. • “Hikma” es entendido como conocimiento y comprensión y como un medio para nutrir el espíritu o el intelecto.¹⁵²
知人者智自知者明	• En el taoísmo, la sabiduría es la adhesión a los tres tesoros: caridad, simplicidad y humildad. “Aquel que conoce otros hombres es perspicaz [智]; aquel que se conoce a sí mismo es inteligente [明].”¹⁵³
智慧 “Zhìhuì” ¹⁵⁴	• La capacidad de hacer buenos juicios. • Conocimiento adquirido por medio de muchas experiencias en la vida.

También se la puede triangular por medio de sus **sinónimos** y **antónimos**.¹⁵⁵

- Sinónimos: perspicacia, prudencia, discernimiento, sentido común, experiencia, inteligencia, juicio, conocimiento.
- Antónimos: ignorancia, imprudencia, impericia, irreflexión, estupidez.

150. Easwaran, E. (2007). The Bhagavad Gita: Classics of Indian Spirituality. Nilgiri Press.
151. Bodhi, B. (1999). The noble eightfold path. Access to Insight. <https://www.accesstoinight.org/lib/authors/bodhi/waytoend.html>
152. Wikipedia. (2023). “Hikma” <https://en.wikipedia.org/wiki/Hikmah>
153. Legge, J. (1891). 《道德經 - Dao De Jing》. Chinese Text Project. <https://ctext.org/dao-de-jing#n11624>
154. Leo, Andres. (2023). Chinese word database. <https://www.chinese-word.com/data/2262-2.html>
155. Thesaurus.com. (2023). “Wisdom.” <https://www.thesaurus.com/browse/wisdom>

En todas las tradiciones humanas, la sabiduría supera la mera información o conocimiento. Es una virtud a buscar para vivir moralmente y comprender la vida humana.¹⁵⁶ Sin embargo, la información y el discernimiento, por ejemplo, forman parte del desarrollo de la sabiduría. El siguiente cuadro exhibe una síntesis visual de las diferencias y de las progresiones entre datos e información para la sabiduría:



Nota explicativa sobre la imagen anterior: los puntos de datos existen en el mundo como materia prima, y la información es el resultado procesado e interpretado que brinda significado y contexto a estos datos. El conocimiento es la comprensión y la concientización subsecuentes de la información y los conceptos y el establecimiento de conexiones. A su vez, el Insight involucra un nivel más profundo de entendimiento que suele venir del reconocimiento de patrones y de la obtención de una perspectiva única. Más que solo asimilar información, la sabiduría es una característica más amplia y abarcadora que involucra la capacidad de aplicar el conocimiento y la experiencia de modo ponderado y con un sentido de responsabilidad y empatía respecto a los demás y al mundo, *asegurando elecciones que reflejen tanto los intereses personales como los de la **sociedad**.*

156. Sternberg, R. J. y Glück, J. (Eds.) (2022). *The psychology of wisdom: An introduction*. Cambridge University Press.

INVESTIGACIÓN DEL CCR QUE SINTETIZA LA SABIDURÍA

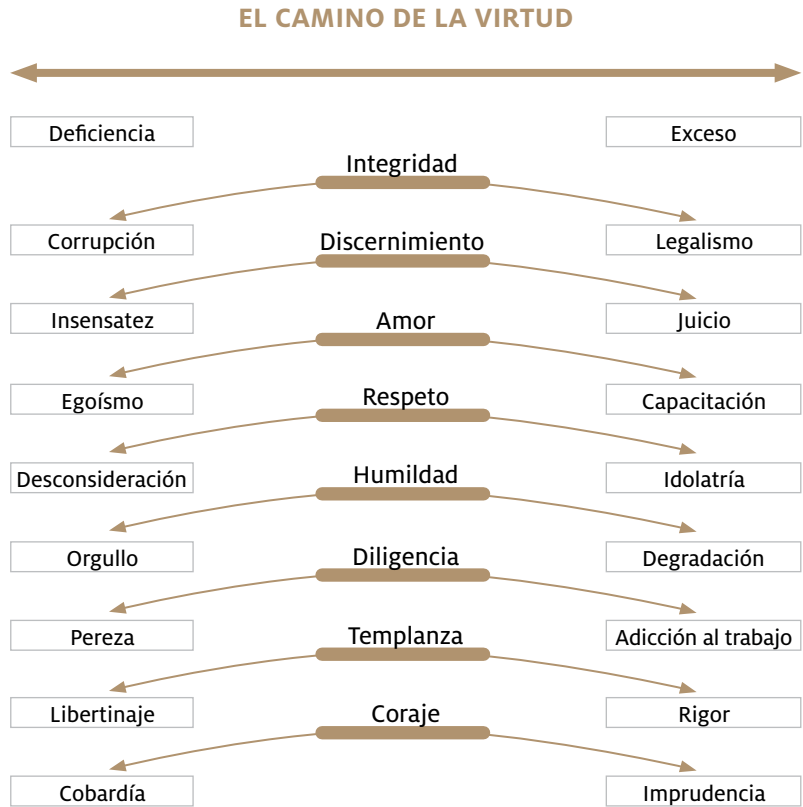
TÉRMINO	DEFINICIÓN PREFERIDA	TÉRMINOS Y EXPRESIONES ASOCIADOS
Sabiduría	La doctrina del término medio: ¹⁵⁷ “nada en exceso”, aplicado también de modo autorreferencial. 😊	Equilibrio, moderación, madurez, seriedad, sentido común, proverbios.

Sabiduría es equilibrio: el interminable tironeo evolutivo entre ser egoísta hasta cierto punto y ser altruista hasta cierto punto es un equilibrio dinámico, constantemente ajustado para la “doctrina del término medio”. El Center for Curriculum Redesign (CCR) lo amplía para reflejar el proverbio popular: “Todo con moderación, incluso la propia moderación”. Esto implica una fuerte capacidad de autocontrol metacognitivo (también conocido como “función ejecutiva”), para evitar extremos, así como una cantidad significativa de metacognición y metaemoción, para discernir cuándo esquivar *ocasionalmente* la regla, de acuerdo con la necesidad de las circunstancias.

La imagen a continuación¹⁵⁸ captura el equilibrio exigido por la sabiduría según lo manifestado en diferentes grados en el camino de la virtud. La clave para la sabiduría es el equilibrio dinámico: mantener la moderación en la conducta y el pensamiento, y saber cuándo tal moderación es necesaria o no. En otras palabras, **la metacognición y la metaemoción deben ser convocadas para evitar comportamientos extremos (cuando son inadecuados, como en la mayoría de las circunstancias).**

157. Golden mean (philosophy). (2024). *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_mean_\(philosophy\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_mean_(philosophy))

158. Lancot, J.D. y Irving, J.A. (2010). Character and Leadership: Situating Servant Leadership in a proposed virtues framework. *International Journal of Leadership Studies*, 6 (1), 28-50. https://www.regent.edu/acad/global/publications/ijls/new/vol6iss1/2_Final%20Edited%20Lancot%20and%20Irving_pp%2028-50.pdf



Fuente: Landolt, J.D. y Irving, J.A. 2010.

Madurez: “es una característica por la cual una persona tiene la experiencia y la sabiduría para comportarse de manera decidida, firme y segura”.¹⁵⁹ La madurez se asocia frecuentemente a la sabiduría y otras características relacionadas, como la humildad, la introspección y la experiencia del fracaso. Las sociedades suelen establecer parámetros de madurez (por ejemplo, 18 años de edad para votar; ceremonias de mayoría en determinados grupos o ambientes religiosos), pero el concepto y su realidad son más complejos. La madurez no se obtiene automáticamente por medio

159. Drew, C. (2023). 25 maturity examples. Helpful Professor. <https://helpfulprofessor.com/maturity-examples/>

de rituales o al alcanzar una determinada edad o estatus. Se trata de un proceso continuo en la vida de una persona.

A lo largo de los años se crearon varios “modelos” de madurez. Uno de los más influyentes es el modelo de Allport,¹⁶⁰ de 1967, según el cual un individuo totalmente maduro presenta características como extensión del yo, interacciones humanas cálidas, seguridad emocional, habilidades y tareas y una filosofía de vida unificadora. Allport creía que la verdadera madurez se caracteriza por la capacidad de vivir confortablemente con uno mismo, establecer relaciones genuinas y sin prejuicios con los demás y de navegar por la vida con un propósito. Más recientemente, en 2012, Todres publicó un estudio identificando cinco indicadores de madurez: participación política, poder económico independiente, responsabilidad y confiabilidad, integridad física y derechos de la familia.¹⁶¹ Los indicadores miden el compromiso convincente de un individuo con el mundo a su alrededor, la capacidad de cuidar de sí y de los demás, y la capacidad de ser responsable (por lo tanto, de ser responsabilizado por sus acciones).

La **seriedad** es otro aspecto frecuentemente asociado a la madurez. Aunque estén relacionados, estos conceptos son distintos. La seriedad se refiere a una cualidad de gravedad, dignidad o solemnidad en los modales. Suele ser asociada a la autoridad, a la credibilidad y al peso de la presencia o del discurso de alguien. La madurez está relacionada a la capacidad de una persona de responder a situaciones de manera apropiada, demostrando sabiduría, experiencia y estabilidad emocional.

Aunque la seriedad pueda ser una señal de madurez, no es el único indicador. Una persona puede ser madura sin siempre presentar seriedad. De igual modo, una persona puede mostrar seriedad en determinadas situaciones, pero no tener madurez en otros aspectos de la vida. Por lo tanto, si bien la seriedad puede complementar la madurez, no es estrictamente necesaria para ella.

160. Allport, G. W. (1961). *Pattern and growth in personality*. Holt, Reinhart & Winston.

161. Todres, J. (2012). Maturity. *Houston Law Review*, 48(5), 1107-1165. <https://houstonlawreview.org/article/4131-maturity>

La **humildad**, comúnmente entendida como el reconocimiento de las propias limitaciones y una apertura genuina al conocimiento, las ideas y experiencias de otras personas, es la piedra angular de la sabiduría y una característica que puede ser desarrollada por medio de la socialización y la Educación. Para promover la sabiduría, necesitamos fomentar la humildad, ya que la conciencia de nuestros límites es esencial para el discernimiento y, en definitiva, para la sabiduría. Las estructuras curriculares que incentivan la autorreflexión y la celebración de perspectivas diversas pueden ser fundamentales para cultivar la humildad. Como se expuso anteriormente, involucrar a los alumnos con textos de distintos orígenes culturales los expone a una infinidad de experiencias y visiones de mundo, permitiendo que vean la realidad desde perspectivas diferentes de las propias.¹⁶² Las discusiones en el aula que enfatizan el método socrático, en el que los profesores hacen preguntas que llevan a los alumnos a darse cuenta de las limitaciones de su propio conocimiento, pueden ser fundamentales para estimular la humildad intelectual.¹⁶³ Al reconocer la amplitud de lo que aún es desconocido, los alumnos aprenden el valor de la investigación continua y la importancia de reconocer los puntos fuertes y las percepciones de los demás. Ejercicios de exposición a la diversidad y a otros modos de pensamiento y sus limitaciones desafían sesgos etnocéntricos, antropomórficos y otros, fomentando la comprensión e impulsando a los alumnos a reevaluar y, a veces, a ser más humildes en sus nociones preconcebidas.

El **sentido común** es con frecuencia asociado a la sabiduría. Pero mientras suele referirse a la capacidad innata o adquirida de hacer juicios prácticos en situaciones cotidianas,¹⁶⁴ la sabiduría es vista como una comprensión profunda y holística, un insight de

162. Hanh, T. N. (2018). *El corazón de las enseñanzas de Buda: el arte de transformar el sufrimiento en paz, alegría y liberación*. Zenith.

163. Paul, R. y Elder, L. (2006). Critical thinking: The nature of critical and creative thought. *Journal of Developmental Education*, 30(2), 34. <https://www.semanticscholar.org/paper/Critical-Thinking%3A-The-Nature-of-Critical-and-Paul-Elder/8bc9e8bfe26e71fdf1cb68c93d7561c478d7c032>

164. Sternberg, R. J. (2005). Wisdom as a form of giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 49(4), 277-290. <https://eric.ed.gov/?id=EJ616398>

las complejidades de la vida, que involucra reflexión ética, compasión y acción para el bien común.¹⁶⁵ El sentido común puede ser considerado un componente o un trampolín para alcanzar la sabiduría, pero la sabiduría incorpora un discernimiento más profundo y multidimensional y la aplicación moral del conocimiento.

El doctor Ernest Davis, de la Universidad de Nueva York, enfatiza la imprecisión de las definiciones de sentido común tanto para los seres humanos como, ahora, para las inteligencias artificiales emergentes. “Sin duda, sentido común aplicado a personas o inteligencias artificiales (IAs) constituye algo inexacto: es inútil intentar establecer una definición precisa o condiciones necesarias y suficientes para su uso. Tareas, conocimientos y procesos de razonamiento de distintos tipos pueden exhibir más o menos sentido común en diversas dimensiones”.¹⁶⁶ Después, enumera los recursos considerados característicos del sentido común en seres humanos y en la inteligencia artificial (IA):

- el conocimiento del sentido común es común;
- el sentido común es en gran parte sensato;
- el sentido común apoya al razonamiento;
- el razonamiento de sentido común es integrado a otras habilidades cognitivas;
- el sentido común abarca distintas tareas y modalidades;
- el sentido común tiene un alcance amplio;
- el sentido común puede ser diferenciado del conocimiento común, del conocimiento enciclopédico y del conocimiento especializado;
- el sentido común no es un “aprendizaje de libro” enseñado de modo explícito en las escuelas;
- el sentido común suele ocuparse de generalidades, no de individuos;
- el razonamiento del sentido común está separado de la interpretación puramente lingüística o perceptiva;

165. Baltes, P. B. y Smith, J. (2008). The Fascination of Wisdom: Its Nature, Ontogeny, and Function. *Perspectives on Psychological Science*.

166. Davis, E. (2023). Benchmarks for automated commonsense reasoning: A survey.

- gran parte del conocimiento de sentido común se aprende al comienzo de la vida.

En todas las culturas, los **proverbios** sirven, en gran medida, como recursos mnemónicos para el sentido común y la sabiduría, encapsulando el conocimiento y los valores culturales, transmitidos de manera sucinta para ofrecer orientación y comprensión. El proverbio africano “Se necesita una aldea para criar a un niño”, por ejemplo, emana de la responsabilidad comunitaria compartida en la crianza de los hijos,¹⁶⁷ mientras el proverbio chino “Dele un pez a un hombre y lo alimentará por un día; enséñele a pescar y lo alimentará por toda la vida”, acentúa el impacto duradero de la auto-suficiencia y de la Educación.¹⁶⁸ Proverbios como estos, arraigados en culturas de todo el mundo, reflejan las normas y los principios de la sociedad, ofreciendo insights y atajos mnemónicos y fomentando la contemplación moral y ética entre las generaciones.

¿POR QUÉ LA SABIDURÍA DEBE SER EL OBJETIVO FINAL DE LA EDUCACIÓN? PORQUE ES UNA VISIÓN HOLÍSTICA PARA UN MUNDO EN TRANSFORMACIÓN

La importancia de la sabiduría al afrontar estos desafíos está en la capacidad de facilitar una comprensión compleja e interdisciplinaria de cuestiones éticas multifacéticas que se refieren a la seguridad, las consecuencias a largo plazo y las implicancias globales. La sabiduría promueve una perspectiva holística que integra percepciones de diversos dominios del conocimiento (por ejemplo, tecnología, ética, derecho, sociología) al mismo tiempo que promueve la compasión, el manejo de riesgos y el liderazgo moral. Así, la sabiduría proporciona a los individuos y a las sociedades el juicio crítico, la empatía y el coraje moral necesarios para alinear de modo responsable las decisiones con los principios éticos y el bienestar más amplio de la humanidad y del planeta.¹⁶⁹

167. Mbiti, J. S. (1990). *African religions & philosophy*. Heinemann.

168. Lau, D. C. (2011). *Confucius: The analects. Bilingual edition*. Hong Kong University Press. https://cup.cuhk.edu.hk/index.php?route=product/product&product_id=361

169. Sternberg, R. J., Nusbaum, H. y Glueck, J. (Eds.) (2019). *Applying wisdom to contemporary world problems*. Palgrave-Macmillan.

La sabiduría es fundamental para el desarrollo de ciudadanos globales y para la solución de desafíos globales. En las palabras atribuidas de modo apócrifo a Benjamin Franklin, “*debemos, en efecto, permanecer unidos, o con toda seguridad seremos ahorcados por separado*”. Los desafíos actuales y futuros afrontados por la población mundial requieren destreza cultural, aprecio por la diversidad y sensibilidad respecto a las distintas perspectivas. La cantidad y velocidad con las que surgen en el mundo de hoy los nuevos dilemas éticos, visibles y accesibles no tiene precedente.¹⁷⁰ Si bien puede ser que dichos dilemas siempre hayan existido de alguna forma, el contexto del siglo XXI los hace más inmediatos en la vida cotidiana de la persona común. La sabiduría refina las cualidades necesarias para navegar por esas complejidades y establece la base para la ciudadanía global, vital para favorecer interacciones cohesionadas y cooperativas en una sociedad multicultural ante los nuevos escenarios éticos.

SABIDURÍA Y EVOLUCIÓN

La evolución es uno de los principales motores de la conducta humana que no suele ser tomada suficientemente en cuenta. La evolución programó la vida para propagarse como prioridad absoluta. En los animales sociales, este impulso creó tensiones constantes entre miedos primigenios y comportamientos trascendentes. Christian de Duve, premio Nobel de medicina en 1974, afirma en su libro *Genetics of Original Sin*¹⁷¹ (La genética del pecado original, en traducción libre): “desarrollamos características [como el egoísmo grupal] que llevarán a la extinción de la humanidad –por lo tanto, necesitamos aprender a superarlas–. El pecado original no es otra cosa que la falla inscrita en los genes humanos por la selección natural”.

170. Bazerman, Max H. y Ann E. Tenbrunsel. (2011). *Blind Spots: Why We Fail to Do What's Right and What to Do About It*. Princeton, NJ: Princeton University Press. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691156224/blind-spots>; Floridi, Luciano. (2013) *The Ethics of Information*. Oxford, UK: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199641321.001.0001>; Manuel Velasquez, C. M., Andre, C., Shanks, T. S. J. y Meyer, M. J. (2010). “Thinking Ethically: A Framework for Moral Decision Making.” *Issues in Ethics*, 7(1). <https://static1.squarespace.com/static/5e67f2971cd1421e2f954980/t/5e7bcf7e9e0f5b32db9cbc1f/1585172350318/Thinking-Ethically.pdf>

171. De Duve, C. (2009). *Genetics of original sin*. Odile Jacob Publishing. https://www.odilejacob.com/catalogue/sciences/genetique/genetics-of-original-sin_9782738147523.php

La selección natural:

- privilegió indiscriminadamente todas las cualidades personales que contribuyen al éxito inmediato del individuo (por ejemplo, egoísmo, competitividad, “todo para mí”);
- privilegió rasgos que favorecen la cohesión dentro de grupos y la hostilidad entre grupos diferentes (por ejemplo, “nosotros contra ellos”, una de las características de la conducta de clan);
- no privilegió la previsión y la sabiduría necesarias para sacrificar el beneficio inmediato en favor del futuro (por ejemplo, reactividad a corto plazo, “ahora, no más tarde”).

A lo que agregamos:

- despertó la voluntad de **seguir al líder poderoso** –en tiempos de VUCA¹⁷² (volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad de las situaciones y condiciones generales, en su sigla en inglés), se impuso ese deseo de seguir a un líder poderoso, carismático, aparentemente seguro (y que, muchas veces, solo se beneficia a sí mismo)–.¹⁷³
- desarrolló solo el **pensamiento lineal**: los problemas que enfrenta la humanidad (cambio climático, pandemias, etc.) son de naturaleza exponencial, algo que nuestras mentes no están preparadas para entender.¹⁷⁴

Debido al rol global dominante de la única especie humana remanente, el *Homo sapiens*, las tendencias descriptas se convirtieron en “fallas” heredadas en la naturaleza humana –fallas que contribuyen activamente a nuestra propia extinción (y a la de muchas otras especies) –.

172. Mackey, Richard H. Sr. *Translating Vision into Reality: the Role of the Strategic Leader*. (Carlisle Barracks, PA: US Army War College, 1992), 10. Nota al pie: 15. <https://usawc.libanswers.com/faq/84869>

173. Conger, J. A. y Kanungo, R. N. (1998). *Charismatic leadership in organizations*. Sage Publications, Inc.; Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford University Press.

174. Dehaene S. Izard V. Spelke E. y Pica P. (2008). Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazonian indigene cultures. *Science*, 320(5880):1217-20. doi: 10.1126/science.1156540. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18511690/>

A pesar de esas fallas en las conductas desarrolladas por la humanidad, un conjunto significativo de investigaciones documenta la biología evolutiva de comportamientos positivos, como colaboración, comunicación y ética, en seres humanos y otras especies.¹⁷⁵ Por ejemplo, muchos animales, incluidos los humanos, manifiestan altruismo, ya que puede ayudar a grupos de animales sociales a sobrevivir aún mejor. El egoísmo, sin embargo, sobre todo en los humanos, puede ocurrir con mucha más facilidad y, con frecuencia, sus excesos no son sancionados inmediatamente. *Lleva tiempo para que la sociedad ponga bajo control ese egoísmo*, pues estos instintos pueden ser neutralizados o atenuados: costumbres sociales, como la regla de oro¹⁷⁶ –“tratar a los demás como uno quiere ser tratado”–, pueden estar profundamente enraizadas en los individuos por medio de la Educación, de normas comunitarias, religión (cuando es benevolente), etc.¹⁷⁷

La “regla de oro” no es exclusiva de las tradiciones anglófonas. Se trata de un principio fundamental presente en todas las culturas y tradiciones religiosas. En el confucionismo, existe un axioma semejante: “No hagas a los demás lo que no quieres que te hagan a ti”.¹⁷⁸ Este principio, que se remonta al siglo V a.C., demuestra la importancia de la reciprocidad en las relaciones. El texto hindú *Mahabharata* (circa 400 a.C. - 400 d.C.) contiene el verso: “Nunca se debe hacer al otro lo que se considera perjudicial para uno mismo”.¹⁷⁹ Del mismo modo, el Islam promueve el principio de considerar los sentimientos y derechos de los demás: “ninguno de ustedes cree [verdaderamente] hasta que desee para su hermano lo que desea para sí mismo”.¹⁸⁰ Así, el principio de la reciprocidad empática está profundamente enraizado en el

175. Vea el Apéndice digital “El origen evolutivo de las competencias”, CCR 2023.

176. Wikipedia. (2023). Regla de oro. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Rule, **no confundir con la doctrina del medio término**.

177. Jeste, D. V. y Vahia, I. V. (2008). Comparison of the Conceptualization of Wisdom in Ancient Indian Literature with Modern Views: Focus on the Bhagavad Gita. *Psychiatry*, 71(3), 197. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2603047/>

178. Confucio. (1989). *The Analects* (D. C. Lau, Trans.), 15:23. Penguin Books.

179. Ganguli, K. M. (1883-1896). *The Mahabharata of Krishna-Dwaipayana Vyasa*. Bharata Press.

180. Al Buhkari, I. y Uddin, M.M. (2020). *Sahih al bukhari* (edición inglesa). Mohee Uddin; Al Nuwawai, Y.I.S. (1997). *An-Nawawi's Forty Hadith*. Cambridge Islamic Texts Society.

tejido moral de diversas sociedades, trascendiendo las fronteras geográficas y temporales.

Investigaciones sobre cognición y psicología en el reino animal también demuestran la presencia de “reglas de oro” entre animales sociales no humanos. Los primates se involucran en una serie de conductas recíprocas, incluyendo la limpieza y el cuidado de las crías. Los cetáceos comparten la responsabilidad de cuidar a las crías y proteger a sus grupos, y hay registros de que los delfines ayudan a individuos heridos o varados en su grupo. Incluso insectos, como abejas, hormigas y termitas, exhiben conductas altruistas y cooperativas al buscar alimentos, proteger a sus nidos y cuidar a su prole. La colaboración entre criaturas sociales está registrada y, muchas veces, tiene componentes altruistas. Esto puede no ser “sabiduría”, pero sí la mejor práctica para sobrevivir y prosperar como grupos complejos.

JUSTIFICACIÓN PARA LA EDUCACIÓN

El cambio de enfoque de la mera adquisición de conocimiento a la promoción de la sabiduría en la Educación y la transformación de la sabiduría en el objetivo de la Educación encuentra sus raíces occidentales en el pensamiento socrático, sus raíces orientales en las enseñanzas de Confucio¹⁸¹ (y, en menor medida, en el taoísmo)¹⁸² y sus raíces modernas en los conceptos de Educación progresiva, como el aprendizaje experiencial defendido por John Dewey¹⁸³ (y el trabajo posterior de Paulo Freire en el sentido de educar para la conciencia crítica).¹⁸⁴ Los abordajes contemporáneos de la ciencia cognitiva, la psicología y la investigación en Educación siguen defendiendo la “racionalidad de educar para la sabiduría”,¹⁸⁵ proponiendo estructuras de

181. Ames, R. T. y Rosemont, H. Jr. (1999). *The Analects of Confucius: A philosophical translation*. Ballantine Books.

182. Slingerland, E. (2003). *Effortless action: Wu-wei as conceptual metaphor and spiritual ideal in early China*. Oxford University Press.

183. Dewey, John. (2010). *Experiencia y educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.

184. Freire, Paulo. (1965). *Education for Critical Consciousness*. London, UK: A&C Black.

185. Stanovich, Keith E. (2001). “The Rationality of Educating for Wisdom.” *Educational Psychologist*, 36(4), 247-251. http://keithstanovich.com/Site/Research_on_Reasoning_files/edpsy01.pdf

Educación como un desarrollo de capacidades humanas, como la sabiduría cívica.¹⁸⁶ Todas estas visiones teóricas apoyan el argumento de que la Educación debe ajustar sus objetivos para ir más allá de la simple adquisición de conocimientos, a fin de promover la sabiduría.¹⁸⁷

Las exigencias de eficacia en la comunicación, colaboración y resolución de conflictos en el mundo globalizado demandan, *entre otros atributos*, inteligencia emocional. Las crisis internacionales de salud en las últimas dos décadas (por ejemplo, el brote de Ébola en 2014 y el Covid-19 a partir de 2020) mostraron hasta qué punto la inteligencia emocional, además de la experiencia, es clave para la comunicación intercultural. En el caso del Ébola, las organizaciones de ayuda humanitaria enfrentaron desafíos culturales y de comunicación significativos. La desinformación sobre la enfermedad, las prácticas inseguras de sepultura y la desconfianza generalizada hacia los forasteros exacerbaron la situación.¹⁸⁸ La capacidad de entender, comunicarse y ganar la confianza de las comunidades locales –lo que depende significativamente de la inteligencia emocional– es fundamental para gestionar crisis globales de salud.¹⁸⁹

La sabiduría y la inteligencia emocional están íntimamente ligadas¹⁹⁰ y el desarrollo de la sabiduría puede facilitar el aumento de

186. Nussbaum, Martha C. (1997) *Cultivating Humanity: A Classical Defense of Reform in Liberal Education*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

187. Jakubik, Maria. (2020). "Educating for the Future: Cultivating Practical Wisdom in Education." *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 18(7), 50-54. <https://www.iiisci.org/journal/pdv/sci/pdfs/SA422DQ20.pdf>

188. Abramowitz, S., McKune, S. L., Fallah, M., Monger, J., Tehoungue, K. y Omidian, P. A. (2015). The opposite of denial: Social learning at the onset of the Ebola emergency in Liberia. *Journal of Health Communication*, 20(sup1), 59-65. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28854129/>

189. McMahon, S. A., Ho, L. S., Brown, H., Miller, L., Ansumana, R. y Kennedy, C. E. (2016). Healthcare providers on the frontlines: a qualitative investigation of the social and emotional impact of delivering health services during Sierra Leone's Ebola epidemic. *Health policy and planning*, 31(9), 1232-1239. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27277598/>

190. Schneider, Tamera R., Nusbaum, Howard C., Kim, Yena, Borders, Morgan R. y Tyler J. Ryan. (2023). "Emotional Intelligence Predicts Wise Reasoning." *Journal of Positive Psychology*, 18(1), 106-120. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17439760.2021.1991448>; Steimer, Sarah. (2021). "Two Studies Show a Link Between Emotional Intelligence and Wisdom." Universidad de Chicago, Departamento de Ciencias Sociales, News. <https://socialsciences.uchicago.edu/news/two-studies-show-link-between-emotional-intelligence-and-wisdom>

la inteligencia emocional por medio de la autorreflexión, la empatía y de la perspectiva. La sabiduría y la inteligencia emocional que esta engloba son fundamentales para formar la base de relaciones interpersonales exitosas en todos los ámbitos de la vida humana. La sabiduría también permite que los individuos sean más capaces de lidiar con la incertidumbre y la ambigüedad, ofreciendo las herramientas para la adaptabilidad y la resiliencia. Dichas características contribuyen a cultivar una mentalidad proactiva y orientada hacia el futuro, un atributo fundamental para la sustentabilidad personal, local y global.

Por último, la sabiduría reconoce la naturaleza evolutiva del conocimiento y la humildad para admitir lo que no se sabe, combatiendo así el efecto innato de Dunning-Kruger.¹⁹¹ Esto incentiva un compromiso con el aprendizaje continuo y la mente abierta. La sabiduría es un pilar fundamental para la Educación, dotando a los individuos de un conjunto de habilidades holísticas para navegar y contribuir de manera significativa en un mundo en permanente cambio.¹⁹² **Por lo tanto, la sabiduría debe ser el principal objetivo de la Educación en este siglo.**

ESTRUCTURA DEL CCR Y LA SABIDURÍA¹⁹³

A medida que los modelos de sabiduría se tornan más precisos y prácticos, es fundamental integrarlos a la Enseñanza Primaria y Secundaria. La Escala de Sabiduría de San Diego (SD-WISE),^a por ejemplo, es una excelente herramienta, pero le falta una estructura educativa clara. El CCR ya posee una estructura clara para la investigación de la sabiduría y su aplicación en el aula. La estructura 4D del

191. Duignan, B. (Invalid Date). Dunning-Kruger effect. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/Dunning-Kruger-effect>

192. Lombardo, Thomas. (2011). "Wisdom in the Twenty-First Century." *World Affairs: The Journal of International Issues*, 15(1), 132-157. <https://www.jstor.org/stable/48504847>

193. Vea "Teorías de Sabiduría" en el Apéndice.

a. Desarrollada por un equipo de investigadores de la Facultad de Medicina de la Universidad de California de San Diego, la Escala de Sabiduría de San Diego es una herramienta que puede ayudar a determinar con gran precisión el nivel de sabiduría de una persona, un rasgo de personalidad potencialmente modificable que demostró tener una fuerte asociación con el bienestar. (N. del T. en la ed. brasileña).

CCR enfatiza las cuatro dimensiones de conocimiento, habilidades, actitudes y metaaprendizaje. En este modelo, la sabiduría es explícitamente comprendida en la dimensión de las actitudes, abordando consideraciones morales y éticas, discernimiento y la aplicación de conocimientos y habilidades en contextos del mundo real con prudencia y juicio. La estructura también enfatiza las otras tres dimensiones: se concentra no solo en cómo actuamos y nos involucramos con el mundo (actitud), sino también en qué sabemos (conocimiento), cómo usamos lo que sabemos (habilidades) y cómo reflexionamos y adaptamos nuestro aprendizaje (metaaprendizaje). Así, *la estructura del CCR proporciona un abordaje exhaustivo para la reformulación de la Educación alineado con la integración de la sabiduría en un contexto más vasto de aprendizaje y desarrollo*. Los siguientes puntos demuestran, en líneas generales, cómo las investigaciones existentes sobre la sabiduría se alinean con la estructura del CCR.

1. **Conocimiento:** la investigación sobre la sabiduría enfatiza la importancia del conocimiento experiencial y factual; el enfoque del CCR en conocimiento se alinea con esto al defender la profunda comprensión por medio de conceptos fundamentales y la capacidad de usar ese conocimiento de manera eficaz.
2. **Habilidades:** el CCR identifica las habilidades claves como pensamiento crítico, creatividad, comunicación y colaboración. Estas están alineadas con los modelos de sabiduría de Jeste y de Baltes, que enfatizan la importancia del análisis crítico, de la toma de decisiones y de la comunicación como componentes de la sabiduría.
3. **Actitudes:** esta dimensión abarca aspectos como coraje, resiliencia, ética y curiosidad. La investigación sobre sabiduría, especialmente el modelo de Jeste, enfatiza en la toma de decisiones éticas, la regulación emocional y la conducta prosocial. El enfoque del CCR en la Educación sobre las actitudes está en sintonía con esos aspectos, fomentando el desarrollo ético y moral, que son claves para la sabiduría.
4. **Metaaprendizaje:** involucra la reflexión, el *mindfulness* y la capacidad de aprender a aprender. Es análogo al foco de la investigación sobre sabiduría en autorreflexión y aceptación de

las limitaciones del conocimiento, que son componentes claves de los modelos de Jeste y de Baltes.

La siguiente tabla resume los modelos y sus relaciones con las competencias de la estructura del CCR. El modelo de la teoría del equilibrio de Sternberg es el más cercano.

COMPETENCIAS DEL CCR		TEORÍA DEL EQUILIBRIO DE STERNBERG	MODELO BALTES-BERLIN	SD-WISE	MODELO TRIDIMENSIONAL
Habilidades	Creatividad				
	Pensamiento crítico				
	Comunicación				
	Colaboración				
Actitudes	Curiosidad				
	Coraje				
	Resiliencia				
	Ética				
Metaaprendizaje	Metacognición				
	Metaemoción				

PRINCIPAL DESAFÍO: LA COMPRESIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia es la única característica fundamental de la sabiduría que es difícil de reproducir en un ambiente educativo limitado a 12-20 años de duración, ya que la adquisición de la sabiduría es inherentemente un proceso que se desdobra a lo largo del tiempo y se enriquece con innumerables experiencias de vida. La Educación está correlacionada positivamente a la sabiduría¹⁹⁴ y puede proporcionar lo máximo a su alcance entre una amplia gama de experien-

194. Ardelt, M., Pridgen, S. y Nutter-Pridgen, K.L. (2018). The Relation Between Age and Three-Dimensional Wisdom: Variations by Wisdom Dimensions and Education, *The Journals of Gerontology: Series B*, 73(8), 1339-1349, <https://doi.org/10.1093/geronb/gbx182>

cias, pero no es posible comprimir una búsqueda vitalicia por la sabiduría en el período de una Educación de Enseñanza Primaria y Secundaria. A medida que las personas transitan por la vida, sus errores y las lecciones resultantes de ellos contribuyen significativamente a la toma de buenos juicios y decisiones. Tales experiencias son esenciales para adquirir comprensión contextual, insight e inteligencia emocional. *Como la Enseñanza Primaria y Secundaria no pueden, de ningún modo, reproducir más de 50 años de experiencias variadas y aleatorias, ofrecen una “compresión de experiencias” por medio de los currículos (el “qué”) y de las pedagogías (el “cómo”).*

La compresión de experiencias se refiere a la capacidad de reunir y condensar las experiencias humanas a lo largo de los siglos y presentarlas en bloques digeribles para una persona. *Toda la Educación consiste en esa compresión: no aprendimos una disciplina rehaciendo los pasos de los desarrolladores. Pero, en este caso, buscamos los mejores aceleradores de la sabiduría.* Diversas disciplinas académicas (filosofía, psicología, literatura, etc.) y técnicas (cuestionamiento socrático, prácticas reflexivas o de *mindfulness*, etc.) enfatizan procesos y prácticas contemplativas que pueden catalizar el crecimiento de la sabiduría.

La técnica de contar historias (*storytelling*) es especialmente eficaz para esa compresión, pues permite transmitir la esencia de experiencias de muchas personas y grupos en un corto tiempo. Algunas disciplinas académicas logran destacarse más que otras (por ejemplo, historia, literatura) por su propensión a ofrecer una narrativa más rápida, profunda y significativa. Al enfocar las técnicas pedagógicas en mecanismos que se concentran en la compresión de la experiencia, los educadores pueden promover explícitamente la comprensión contextual y otros componentes de la sabiduría, como la percepción y el discernimiento.

EL “QUÉ”

Contar historias es una de las herramientas más poderosas de la humanidad para comprimir y transmitir la complejidad de la experiencia humana, permitiendo que las personas compartan y entiendan la vida, la cultura y la historia unas de otras. Varias disciplinas académicas se destacan en la narración de historias,

aprovechando los matices de la experiencia humana por medio de sus lentes exclusivos:

Historia: “La verdadera utilidad de la historia, ya sea civil o militar, no es hacer que el hombre sea inteligente para la próxima vez, sino hacerlo sabio para siempre”. – Sir Michael Howard

La historia constituye un medio poderoso para cultivar la sabiduría de los estudiantes al proporcionar una exploración multifacética de la experiencia humana. Su estudio lleva a los alumnos a comprender la naturaleza humana, las estructuras sociales y los dilemas éticos que moldearon el mundo. Examinar las acciones concretas que realizan las personas, los agentes humanos responsables por tales acciones, las herramientas culturales que las ayudan y las limitan, los propósitos y los contextos sociales y ambientales incentiva el pensamiento reflexivo, la empatía y el análisis crítico, fomentando el aprecio por la diversidad y la complejidad.¹⁹⁵ Estudiosos contemporáneos, como Kern,¹⁹⁶ argumentan que la historia debe ser una “narrativa práctica”; al examinar los éxitos y fracasos del pasado, los alumnos pueden comprender lecciones valiosas aplicables a decisiones presentes y futuras. Así, son capaces de desarrollar la curiosidad intelectual, el razonamiento ético y una visión más compasiva de los demás¹⁹⁷ –todas habilidades esenciales para la sabiduría–.

Trazar paralelos entre eventos históricos y cuestiones contemporáneas e involucrar a los estudiantes en debates, redacción reflexiva y análisis de fuentes primarias para explorar estos tópicos permite que comparen los desafíos humanos de diferentes épocas y fomenta la empatía y el razonamiento ético. El análisis de fuentes primarias, como cartas, diarios, discursos y documentos, permite que los alum-

195. Barton, K. C. y Levstik, L.S. (2004). *Teaching History for the Common Good*. Lawrence Elbaum Associates Publishers.

196. Kern, A. (2020). How to Approach History As a Pursuit of Wisdom. *CIRCE Institute*.

197. Lee, P. y Ashby, R. (2001). Empathy, Perspective Taking, and Rational Understanding. In: O.L. Davis Jr., E.A. Yeager y S.J. Foster (Eds.) *Historical Empathy and Perspective Taking in the Social Studies*, 21-50. Rowman & Littlefield Publishers Inc.

nos se involucren directamente con el pasado, ofreciendo insights de primera mano sobre las experiencias y los valores de personas de distintas épocas. Del mismo modo, el diálogo con ancianos y otros miembros de la comunidad, así como el uso de recursos multimedia y de realidad virtual,¹⁹⁸ ayuda a crear una conexión personal e inmersiva con la historia, profundizando la empatía y la concientización.¹⁹⁹

Literatura: “Emplee su tiempo en mejorarse a sí mismo con los escritos de otros hombres, así podrá obtener fácilmente lo que otros trabajaron duro para lograr”. – Sócrates

La literatura actúa como un canal vital para cultivar la sabiduría a través del espacio y el tiempo en personas de todas las edades. Por medio de sus lentes, los alumnos se conectan con contextos personales, históricos y culturales más amplios, posibilitando una visión holística de la vida, que es fundamental para la sabiduría.²⁰⁰ Al zambullirse en diversas experiencias humanas de varias culturas y épocas,²⁰¹ la literatura presenta perspectivas y maneras totalmente diferentes de involucrarse con la realidad humana, incentivando la empatía²⁰² y la comprensión.²⁰³ La lectura y la interpretación contribuyen aún más a la comprensión de conceptos abstractos. Además, la complejidad y la ambigüedad que suelen estar presentes en las obras literarias llevan a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y a involucrarse con dilemas morales y éticos.

198. Bailenson, J.N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A.C., Lundblad, N. y Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *"The Journal of the Learning Sciences, 17 (1), 102-141.* <https://www.stanfordvr.com/pubs/2008/the-use-of-immersive-virtual-reality-in-the-learning-sciences-digital-transformations-of-teachers-students-and-social-context/>

199. Bruner, J. (2004). Life as Narrative. *"Social Research, 71(3), 691-710.* <https://www.jstor.org/stable/40970444>

200. Clark, C. y Rumbold, K. (2006). Reading for Pleasure: A Research Overview. National Literary Trust. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED496343.pdf>

201. Lyon, R. (1997). "Statement before the Committee on Education and Workforce". U.S. House of Representatives.

202. Keen, S. (2007). *Empathy and the novel*. Oxford University Press.

203. Sumara, D. J. (2002). *Why Reading Literature in School Still Matters: Imagination, Interpretation, Insight*. Lawrence Erlbaum Associates.

cos, fomentando abordajes sabios para la solución de problemas.²⁰⁴ Esto fomenta la apreciación de la naturaleza multifacética de las situaciones de la vida real, perfeccionando la toma de decisiones sabias. La literatura también estimula la inteligencia emocional y la autorreflexión, las cuales proveen una sólida base para un abordaje compasivo y flexible de los desafíos de la vida.²⁰⁵

Antropología y sociología: “La ciencia acumula conocimiento más rápido de lo que la sociedad acumula sabiduría”. – Isaac Asimov

Como disciplinas que estudian sociedades, culturas, conductas e interacciones humanas, la antropología y la sociología están bien posicionadas para transmitir la experiencia humana comprimida. El contar historias forma parte de la esencia de la antropología, pues esta suele explorar los mitos y las narrativas que moldean a las culturas, así como las historias actuales que las culturas se cuentan.²⁰⁶ Dichas narrativas documentan la sabiduría colectiva de las sociedades, muchas veces transmitidas por medio de tradiciones orales y rituales,²⁰⁷ y proporcionan insights sobre valores y creencias, contribuyendo a una comprensión más profunda de las experiencias humanas.²⁰⁸ La sociología examina, sobre todo, los contextos históricos y sociales que moldean la conducta humana. Usando narrativas y estudios de caso, los sociólogos muestran cómo los individuos navegan por estructuras y normas sociales complejas.²⁰⁹ Este entendimiento contextual es fundamental para la comprensión de las experiencias humanas.

204. Holden, J. (2004). *Creative Reading: Young People, Reading and Public Libraries*. Demos.

205. Zunshine, L. (2006). *Why we read fiction: theory of mind and the novel*. Ohio State University Press.

206. Hutto, D. D. (2008). *Folk psychological narratives: The sociocultural basis of understanding reasons*. MIT Press; Black, A.D. (2023). Talking and acting a pandemic: Ethnography of COVID19 in Montmartre. *Anthropologica*, 65(1), 1-25; Bruner, J. (1991). The narrative construction of reality. *Critical Inquiry*, 18(1), 1-21. <https://www.jstor.org/stable/1343711>

207. Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. Basic Books.

208. Crapanzano, V. (2014). *Anthropology and ethics: The quest for moral understanding*. Routledge; Berkes, F. (2018). *Sacred ecology*. Routledge.

209. Becker, H. S. (1998). *Tricks of the trade: How to think about your research while you're doing it*. University of Chicago Press.

Incentivar la exploración de las conexiones entre la antropología, la sociología y otras disciplinas, como la filosofía y la psicología, promueve una comprensión holística de la humanidad.²¹⁰ La Educación puede ofrecer oportunidades de trabajo de campo práctico y experiencias inmersivas²¹¹ para fomentar la empatía y la comprensión por medio del vínculo empírico con grupos y culturas variados. Las narrativas y relatos etnográficos ayudan a los alumnos a conectarse con las experiencias vividas por diversas comunidades.²¹²

TEMAS INTERDISCIPLINARIOS

Distintos abordajes interdisciplinarios contribuyen a fomentar la sabiduría al extraer percepciones de diversos campos e integrarlas en una comprensión exhaustiva de cuestiones complejas. Entre los más prometedores están el pensamiento sistémico y la Educación sustentable/ambiental.

La aplicación del pensamiento sistémico ofrece ricas oportunidades para cultivar la sabiduría. Al reconocer las intrincadas relaciones entre los componentes de un sistema, los individuos pueden comprender el impacto de sus acciones sobre diversos aspectos, cultivando, así, una comprensión más profunda de las repercusiones de sus elecciones.²¹³ El pensamiento sistémico también revela ciclos de feedback e interacciones dinámicas, permitiendo la previsión de consecuencias no intencionales y reforzando una perspectiva de largo plazo que se alinea con la esencia de la sabiduría.²¹⁴

210. Bruner, J. S. (1962). *On knowing: essays for the left hand*. Harvard University Press.

211. Jackson, M. (1989). *Paths toward a clearing: radical empiricism and ethnographic inquiry*. Indiana University Press.

212. Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures: selected essays*. Basic Books.

213. Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J. y Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal*, 39(5), 1154-1184. Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In: R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313– 335). Cambridge University Press.

214. Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.

El pensamiento sistémico capacita a los individuos para abrazar la complejidad y navegar en la incertidumbre con discernimiento. Esa capacidad de comprender sistemas intrincados refleja el compromiso de la sabiduría con el juicio diferenciado, propiciando que se evite la simplificación excesiva y que se reconozca la naturaleza multifacética de los desafíos del mundo real. Entrelaza consideraciones éticas, incentivando decisiones alineadas con los contextos sociales, ambientales y culturales más amplios, lo cual deriva en elecciones en sintonía con la sabiduría ética.²¹⁵ Como un abordaje orientado hacia el aprendizaje, el pensamiento sistémico también refleja la adaptabilidad de la sabiduría, invitando a los individuos a evaluar, refinar y aprender continuamente de los resultados de sus elecciones.²¹⁶

Un ejemplo excelente y reciente de pensamiento sistémico a escala global es la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2023 (COP23). Este esfuerzo para lidiar con el cambio climático reconoce la interconexión de sus impactos ambientales globales, los contextos culturales, nacionales y sociales en los que estos eventos ocurren y los impactos económicos y beneficios de los incentivos económicos. El acuerdo tiene como objetivo tomar decisiones holísticas para el bienestar del planeta y de sus habitantes, y evitar la adopción de soluciones excesivamente simplistas.

Los abordajes de este tipo respecto a la Educación en sostenibilidad y medio ambiente ofrecen una aproximación interdisciplinaria impactante para cultivar la sabiduría al incorporar los principios de pensamiento a largo plazo, consideración ética y bienestar holístico en un contexto de un mundo interconectado. También reconocen que la toma de decisiones sabias va más allá de los resultados inmediatos, abarcando el bienestar de las generaciones futuras y el delicado equilibrio de los ecosistemas.

215. Floridi, L. (2019). *The logic of information: A Theory of Philosophy as Conceptual Design*. Oxford University Press.

216. Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.

EL CÓMO

En la Enseñanza Primaria y Secundaria se puede emplear una diversa gama de estrategias para facilitar el desarrollo temprano de la sabiduría.²¹⁷ Abordajes como el aprendizaje experiencial, la maximización de la exposición del alumno a la diversidad y la promoción de la inteligencia emocional pueden fomentarlo:

El **aprendizaje experiencial** desempeña un importante rol para fomentar la sabiduría al zambullir a los alumnos en situaciones de la vida real y permitir que reflexionen sobre sus experiencias y aprendan de ellas. Este abordaje busca el aprendizaje por medio de la acción, reflexión y aplicación, contribuyendo al desarrollo de la autoconsciencia y del pensamiento crítico. El aprendizaje por experiencia puede asumir muchas formas dentro y afuera del aula:

- Actividades de aprendizaje de servicio, como voluntariados o proyectos comunitarios, exponen a los alumnos a distintos contextos y desafíos sociales. Al trabajar con comunidades desfavorecidas, los alumnos adquieren una comprensión más profunda de las cuestiones sociales, desarrollan empatía y reconocen la importancia de contribuir al bienestar de los demás.²¹⁸ El componente reflexivo del aprendizaje de servicio también los incentiva a analizar críticamente sus experiencias y a considerar las implicancias más amplias de sus acciones.²¹⁹ Estas reflexiones pueden ocurrir por medio de diarios o mapas mentales, por ejemplo, para que los alumnos sean capaces de recordar más adelante esas experiencias y sus impresiones sobre ellas.

217. Sternberg, R. J., Reznitskaya, A. y Jarvin, L. (2007). Teaching for Wisdom: What Matters is Not Just What Students Know, but How They Use It. *London Review of Education*, 5(2), 143-158.

218. Conrad, D. y Shoemaker, S. (2010). The influence of service-learning on students' personal and social responsibility. *College Teaching*, 58(3), 77-84. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Influence-of-Service-Learning-on-Students%27-and-Simons-Cleary/41a2bf6dbb1ce82079a3964b727f1e50433c98c8>

219. Eyler, J. y Giles Jr., D. E. (1999). *Where's the Learning in Service-Learning?* Jossey-Bass. <https://eric.ed.gov/?id=ED430433>

- El aprendizaje basado en proyectos (ABP) incentiva a los alumnos a adquirir conocimientos y habilidades por medio de un proceso de exploración y descubrimiento basado en investigaciones.²²⁰ El ABP cambia la dinámica tradicional del aula, posicionando a los alumnos como agentes activos en el recorrido educativo e incentivando la colaboración, el pensamiento crítico y la creatividad.²²¹ En general, en un ambiente de ABP, los alumnos reciben un problema o proyecto complejo para resolver, lo que requiere la aplicación de conocimientos y habilidades interdisciplinarios. El proceso está centrado en el alumno, con los profesores actuando como facilitadores en lugar de instructores. Este abordaje permite que los alumnos se involucren profundamente con el contenido, desarrollen habilidades de investigación y de solución de problemas, autogestión y trabajo en grupo.²²² Es importante resaltar que el ABP se alinea con objetivos educativos que hacen hincapié no solo en el conocimiento académico, sino también en habilidades esenciales para la vida.²²³
- Las experiencias de aprendizaje al aire libre y basadas en aventuras son una excelente manera de desafiar a los alumnos a superar obstáculos físicos y mentales en ambientes dinámicos. Tales abordajes ofrecen una plataforma singular para cultivar la resiliencia y la adaptabilidad por medio de actividades como la exploración de la naturaleza, desafíos relacionados al trabajo en equipo o experimentos científicos al aire libre. Algunas escuelas fuera de los Estados Unidos desarrollaron modelos experienciales de aprendizaje basados en la sabiduría local que tienen como objetivo mejorar las relaciones de los alumnos

220. Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf

221. Bell, S. (2010) Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43.

222. Markham, T., Larmer, J. y Ravitz, J. (2003). *Project-based learning handbook: A guide to standards focused project-based learning for middle and high school teachers*. Buck Institute for Education.

223. Miller, E. C. y Krajcik, J. S. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: A design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>

con la naturaleza, la tierra y la cultura locales.²²⁴ Estos modelos están inspirados en las actuales crisis ambientales y en la motivación para cultivar conceptos relacionados con la moral, el código de conducta ética y el comportamiento responsable con la Tierra. Proyectos como estos demuestran que la interacción de los alumnos con el ambiente promueve la comprensión experiencial y la aplicación del conocimiento.²²⁵ A medida que navegan por terrenos desconocidos, colaboran con sus compañeros y se adaptan a los cambios en las condiciones externas, desarrollan confianza, pensamiento crítico y una comprensión más profunda del mundo natural.²²⁶ Reflexionar sobre esas experiencias incentiva a los alumnos a reconocer su crecimiento personal, así como lecciones más amplias que pueden ser aplicadas a otros aspectos de la vida.²²⁷

- La participación en simulaciones y ejercicios de role-playing estimula la sabiduría de los alumnos al zambullirlos en escenarios complejos que requieren pensamiento crítico y consideración moral y ética. Estos ejercicios los incentivan a asumir diferentes roles, explorar múltiples perspectivas y tomar decisiones con consecuencias de largo alcance, fomentando la capacidad de prever resultados y sopesar las implicancias éticas.²²⁸ Al incorporar diversos puntos de vista, desarrollan su comprensión moral y ética y lidian con las complejidades de las experiencias humanas.²²⁹

224. E Ningrum, N. y Sungkawa, D. (2018). The impact of local wisdom-based learning model students' understanding of the land ethic. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 145 012086. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/145/1/012086/pdf>
 225. Balmford, A., Clegg, L., Coulson, T. y Taylor, J. (2002). Why conservationists should heed Pokémon. *Science*, 295(5564), 2367.

226. Brown, M. (2009). Reconceptualising outdoor adventure education: Activity in search of an appropriate theory. *Australian Journal of Outdoor Education*, 13, 2, 3-13.

227. Priest, S. y Gass, M. (2005). Effective leadership in adventure programming. *Human Kinetics*. <https://us.humankinetics.com/products/effective-leadership-in-adventure-programming-3rd-edition-with-field-handbook>

228. Kolb, A. Y. y Kolb, D. A. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193–212. <https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566>

229. Bransford, J. D., Brown, A. L. y Cocking, R. R. (2006). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.

La exposición de los alumnos a distintas perspectivas, especialmente a aquellas que involucran interacciones con personas de orígenes y puntos de vista diferentes, les brinda acceso a una amplia gama de ideas, creencias, maneras de actuar y de entender el mundo. Involucrarse con perspectivas diferentes los desafía a considerar puntos de vista alternativos, aumentar su empatía y desarrollar una comprensión más matizada de cuestiones complejas. Esta ampliación de perspectiva es una marca registrada de la sabiduría, que abarca la capacidad de ver más allá de la propia y tener en cuenta el bien mayor.²³⁰ Aprender a entender diversas perspectivas, sobre todo en conflictos, promueve una mentalidad abierta. El *aprendizaje a partir de las experiencias de los demás* ayuda a acelerar el proceso de adquisición de sabiduría, y esas técnicas pueden ser incorporadas a las actividades cotidianas en el aula.

Al exponer a los alumnos a nuevas perspectivas, es importante permitir la reflexión independiente, así como la reflexión activa con los compañeros. La empatía con el protagonista, por ejemplo, es una técnica que lleva a los alumnos a reflexionar activamente en pares o pequeños grupos. Analizan cuestiones a partir de la perspectiva del protagonista en una historia, película, situación histórica o evento actual, con el objetivo de explorar cómo podrían sentirse o reaccionar ante circunstancias parecidas. Un abordaje similar es cambiar el significado de un mensaje o evento pidiendo que los alumnos desplacen el enfoque. En grupos pequeños o en una división, los profesores pueden solicitar que los alumnos traten un evento histórico, por ejemplo, desde la perspectiva de los principales participantes, de los que sufrieron el impacto del evento décadas después y de los que ganaron o perdieron algo con lo ocurrido. La exploración de narrativas y “hechos”, históricos o no, de puntos focales y posiciones diferentes muestra a los alumnos que, con frecuencia, existen muchos puntos de vista “correctos” o “equivocados”, y que el posicionamiento es fundamental para la creación e interpretación del significado.

230. Baltes, P. B. y Smith, J. (2008). The fascination of wisdom: Its nature, ontogeny, and function. *Perspectives on Psychological Science*, 3(1), 56-64.

Promoción de la inteligencia emocional: promocionar esto en ámbitos educativos es un aspecto fundamental del desarrollo holístico, involucrando el cultivo de habilidades esenciales para reconocer, comprender, administrar y utilizar las emociones de manera eficaz. Este proceso brinda a los alumnos la capacidad de navegar en escenarios emocionales tanto propios como ajenos, derivando en un nivel más profundo de comunicación y comprensión interpersonal. La inteligencia emocional, según estudiosos del tema como Daniel Goleman,²³¹ engloba diversos componentes claves, incluyendo autoconsciencia, autorregulación, empatía y habilidades sociales. Estos componentes son fundamentales para la eficacia del liderazgo, de la colaboración y de la solución de conflictos. En un ambiente educativo, esto puede ser facilitado a través de actividades estructuradas que incentiven la exploración y la expresión de las emociones, así como el reconocimiento y la reacción ante las emociones de otros. Actividades como el registro reflexivo en diarios, discusiones en grupo sobre experiencias emocionales y la representación de diferentes escenarios involucrando emociones pueden ser fundamentales. Además de ampliar la capacidad de los alumnos para expresar sus sentimientos, promueven un ambiente en el aula en el que la Educación emocional es valorada junto al conocimiento académico.

Paralelamente, la incorporación de la inteligencia emocional al currículo requiere un abordaje integrador que va más allá de actividades ocasionales. Los educadores pueden incorporar los principios de la inteligencia emocional en sus métodos de enseñanza creando, por ejemplo, una dinámica del aula que promueva la empatía, la escucha activa y la comunicación respetuosa. Eso incluye la implementación de estrategias de enseñanza que aborden las respuestas emocionales a los materiales de aprendizaje, incentivando a los alumnos a reflexionar sobre cómo esos materiales los hacen sentir y por qué. Además, los educadores pueden ser modelos de conducta emocionalmente inteligente, demostrando cómo lidiar con situaciones emocionales complejas y solucionando conflictos de modo constructivo. Esta

231. Goleman, D. (2006). *Emotional intelligence*. Bantam Books. <https://asantelim.files.wordpress.com/2018/05/daniel-goleman-emotional-intelligence.pdf>

práctica ayuda a los estudiantes a internalizar comportamientos y actitudes emocionalmente inteligentes. Las discusiones que involucran el análisis de las emociones de los personajes en la literatura, el impacto emocional de eventos históricos o los aspectos emocionales de los hallazgos científicos pueden reforzar aún más ese aprendizaje.

EL ROL DE LA TECNOLOGÍA: APROVECHAR Y MITIGAR

“La tecnología no es nada. Lo importante es creer en las personas, que ellas son esencialmente buenas e inteligentes, y que, si les damos herramientas, harán maravillas”. – Steve Jobs

APROVECHANDO LA TECNOLOGÍA DISPONIBLE PARA PERFECCIONAR LA SABIDURÍA

¿La tecnología podría ayudar a enseñar la sabiduría humana? De hecho, los modelos de lenguaje a gran escala (LLM) ya abarcan una parte significativa del conocimiento y de las actitudes de la humanidad. La tecnología tiene un inmenso potencial para la evolución del cultivo de la sabiduría humana al ofrecer herramientas y plataformas que facilitan la adquisición de conocimiento, el pensamiento crítico y la conectividad global. Repositorios digitales de información, cursos on-line, charlas, conferencias y otros, además de algoritmos orientados por la IA, alimentan una era de conocimiento muy accesible, permitiendo el aprendizaje permanente. Con algunos clics, prácticamente cualquier persona puede explorar tópicos que abarcan siglos y continentes, fomentando una cultura de curiosidad intelectual y Educación a lo largo de la vida.

La tecnología no solo presenta información, sino que también puede cultivar el pensamiento crítico en la mente de los usuarios. Simulaciones interactivas y ambientes virtuales crean laboratorios inmersivos de toma de decisiones, en los que los individuos pueden navegar por escenarios intrincados y prever resultados.²³²

232. Gick, M. L. y Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1–38. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(83\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6)

Investigaciones respetables apoyan en este sentido la idea de que los ambientes de realidad virtual también se muestran promisorios para el cultivo de la empatía al ofrecer experiencias inmersivas y emocionalmente envolventes (como visitar un campo de refugiados).²³³ Dichas experiencias pueden permitir que individuos comprendan y se relacionen mejor con los sentimientos y las perspectivas de los demás.²³⁴ Estos procesos aumentan la flexibilidad cognitiva, mejorando la capacidad de considerar diversas perspectivas y hacer juicios con base en buena información –una marca registrada de la sabiduría–.

MITIGANDO LOS USOS NEGATIVOS DE LA TECNOLOGÍA QUE PERJUDICAN LA ADQUISICIÓN DE SABIDURÍA

A pesar de ofrecer innumerables beneficios en términos de eficiencia, escalabilidad y aprendizaje personal, las tecnologías contemporáneas, incluso la IA, pueden ser contraproducentes en el fomento de la *sabiduría genuina*. Una de las principales preocupaciones es la dependencia excesiva de la tecnología para la toma de decisiones. Estudiosos postulan que la incesante dependencia de internet y de dispositivos digitales está remodelando nuestras vías neuronales, haciendo más difícil para las personas involucrarse en un pensamiento profundo y reflexivo. La información fácilmente disponible puede llevar a los individuos a análisis más superficiales, muchas veces hurgando en grandes cantidades de datos sin de hecho comprenderlos o internalizarlos.²³⁵

Otro ejemplo contundente del efecto negativo de la tecnología en el desarrollo de la sabiduría son los algoritmos orientados

233. Bertrand, P., Guegan, J., Robieux, L., McCall, C. A. y Zenasni, F. (2018). Learning Empathy Through Virtual Reality: Multiple Strategies for Training Empathy-Related Abilities Using Body Ownership Illusions in Embodied Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 326671. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00026>

234. Parsons, T. D. (2015). Virtual Reality for Enhanced Ecological Validity and Experimental Control in the Clinical, Affective and Social Neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 660. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2015.00660/full>;

235. Carr, N. (2010). *The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains*. W. W. Norton & Company.

por la IA en las plataformas de redes sociales, proyectados para priorizar el contenido que se alinea con las creencias preexistentes de un individuo, llevando a cámaras de eco en las que los usuarios pocas veces son expuestos a perspectivas diferentes.²³⁶ Ese esfuerzo continuo por nociones preconcebidas puede perjudicar el desarrollo de la sabiduría, que tradicionalmente emerge de una combinación de experiencia, conocimiento y reflexión profunda. La sabiduría exige la consideración de diversas perspectivas, la comprensión de los matices de una situación y el reconocimiento de las limitaciones del propio conocimiento. En un mundo dominado por algoritmos que profundizan la homogeneidad del pensamiento para provocar descargas de dopamina, existe un riesgo real de que las personas se distraigan y se desinteresen por cultivar la sabiduría genuina.

236. Pariser, E. (2017). *El filtro burbuja: cómo la red decide lo que leemos y lo que pensamos*. Taurus.

El impacto de alto nivel de la IA en la Educación

“... la asociación simbiótica realizará operaciones de modo mucho más eficaz de lo que el hombre, por sí solo, puede realizarlas”.

J. C. R Licklider

“A medida que las máquinas se hagan cada vez más eficientes y perfectas, quedará claro que la imperfección es la grandeza del hombre”.

Ernst Fischer

LA IMPORTANCIA DE UNA TERMINOLOGÍA EXACTA

Para evitar imprecisiones, el abordaje del Center for Curriculum Re-design (CCR) se basa en definiciones claras extraídas de las ciencias del aprendizaje, descritas en su estructura. La creatividad, por ejemplo, se sintetiza con base en investigaciones amplias a través de las siguientes “subcompetencias” y “términos y expresiones asociados”.

COMPETENCIA	SUBCOMPETENCIAS	TÉRMINOS Y EXPRESIONES ASOCIADOS
Creatividad	Desarrollar gustos personales, estética y estilo.	Inspiración, originalidad, ingenio, visión, inventiva, generación de ideas, perspicacia, capacidad de adaptación.
	Generar y buscar nuevas ideas.	
	Sentirse cómodo ante riesgos, incertidumbres y fracasos.	
	Conectar, reorganizar y refinar ideas en un todo cohesionado.	
	Ejecutar ideas al mismo tiempo que se reconocen restricciones.	

LA IMPORTANCIA DE LA EXACTITUD Y DEL CONTEXTO

En su libro de 2004, *Making Minds Less Well Educated Than Our Own*²³⁷ (Haciendo que las mentes sean menos educadas que las nuestras, en traducción libre), el especialista en inteligencia artificial (IA), psicólogo y educador Roger Schanck describió los atributos de una mente educada como aquella que es capaz de las siguientes tareas:²³⁸

- determinar conexiones;
- identificar analogías;
- prever resultados;
- aprender del fracaso;
- recuperarse del fracaso;
- buscar explicaciones;

237. Schank, R.C. (2004). *Making minds less well-educated than our own*. Routledge. <https://www.routledge.com/Making-Minds-Less-Well-Educated-Than-Our-Own/Schank/p/book/9780805848786>

238. Resumidas.

- absorber novedades;
- manejar excepciones;
- lidiar con la abstracción;
- generalizar razonablemente;
- ser autoconsciente.

En entrevistas en el marco de charlas del CCR, educadores de todo el mundo acuerdan que, con excepción de la autoconsciencia, todas las demás tareas están *hoy* al alcance de la IA, con una advertencia importante: el diablo está en los detalles, como siempre. “Depende” es la respuesta más común, lo que muestra la necesidad de precisión en la pregunta (según el Capítulo 1, “Limitaciones del lenguaje”), así como la importancia del *contexto* (¿será necesario explicar a la IA una imagen en palabras?; ¿qué conjuntos de datos faltan para entender la consulta?). De igual modo, la taxonomía de Bloom y otras en los dominios cognitivo, afectivo y psicomotor deben desencadenar exploraciones, no pánico: las siguientes representaciones utilizadas por el CCR son solo un atajo cognitivo para la percepción de los lectores:

DOMINIO COGNITIVO	ALGORITMOS
CREAR Sintetizar	OpenAI Bard Anthropic Mistral AI
EVALUAR	WP Olympics
ANALIZAR	Lex Machina
APLICAR	Google Translate Skype Translate
ENTENDER	Dragon
RECORDAR	Google Facebook

Fuente: Bloom/Anderson y CCR.

DOMINIO AFECTIVO	ALGORITMOS
INTERNALIZAR	
ORGANIZAR	Broad Listening
EVALUAR	Afectiva Intelligent Agent
RESPONDER	Siri Auckland Face Simulation
RECIBIR	

Fuente: Krathwohl, Bloom, Masia y CCR.

Habiendo dicho esto, es importante observar que las tecnologías suben en el listado de taxonomías a lo largo del tiempo, pasando de recursos pasivos a recursos cada vez más activos, gracias a la IA (alcanzando análisis, síntesis, creatividad, evaluación y organización, pero, claro, sin la capacidad de internalizar emociones).

Como se afirma en la Introducción, no imaginamos un argumento pedagógicamente sólido para mantener a un niño de 10 años en casa todo el tiempo y solo, aprendiendo por medio de la IA con un dispositivo de realidad virtual. Esto significa que la escolaridad aún es necesaria: es nuestro único axioma fundamental, lógicamente justificado. Esta etapa de la inteligencia capaz artificial (ACI) requiere interacciones profundas entre seres humanos y máquinas que deben ser aprendidas por los alumnos como una parte intrínseca de la escolarización.

SI LA IA PUEDE HACER TODO, ¿POR QUÉ DEBEMOS APRENDER?

En primer lugar, esta es una pregunta errónea (e ingenua). La IA no puede “hacer todo”, tal como se describió en los capítulos anteriores. La cuestión de que la herramienta invalidaría la necesidad de aprender es recurrente: primero, los debates sobre el uso de las calculadoras y más recientemente sobre los motores de búsqueda, son intensos en los círculos educativos. Pero afirmaciones superficiales como “Google sabe todo” fueron desenmascaradas: “no sabe” nada, simplemente indexa todo lo que puede encontrar

(y que es solo alrededor del 5% del total de la producción digital humana en internet).²³⁹ En la era digital, el valor del aprendizaje humano es muchas veces descuidado, a pesar del acceso instantáneo a la información. Aunque la tecnología de búsqueda brinde datos y respuestas complejas, la cognición humana es indispensable para el pensamiento crítico, el discernimiento y la aplicación significativa del conocimiento.²⁴⁰

PORQUE EL APRENDIZAJE REQUIERE SOPORTE

Mantener interacciones casuales y una relación superficial con la tecnología a lo largo de 18 años no dota a los alumnos de las habilidades necesarias para interactuar con la IA. Al desplazarse por el *feed* de una red social, por ejemplo, un estudiante puede interactuar indirectamente con algoritmos de IA, pero no tiene conocimiento de la mecánica, las consideraciones éticas y los posibles impactos de esas tecnologías. Para prepararlos de modo eficaz para la era de la IA, el sistema de **sophorte** (que lleva al alumno progresivamente hacia una mejor comprensión)²⁴¹ constituye un recurso aún más esencial. El **sophorte pedagógico** es un abordaje en el que los educadores ofrecen niveles sucesivos de apoyo que ayudan a los alumnos a alcanzar mayores niveles de comprensión y adquisición de habilidades. En el contexto de la IA y de las tecnologías emergentes, esto significa comenzar con el conocimiento básico e introducir conceptos más complejos a medida que la comprensión se profundiza. Además, la incorporación de recursos de IA en las aulas y el incentivo a los estudiantes para que utilicen esas herramientas en los trabajos académicos y en las actividades recreativas pueden reforzar la comprensión y la aplicación de la IA.

239. Rosen, J. (2014). The internet you can't google. *The Tennessean*. <https://eu.tennessean.com/story/money/tech/2014/05/02/jj-rosen-popular-search-engines-skim-surface/8636081/>; Wikipedia. (2023). Google search. https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Search

240. Willingham, D. T. (2007). Critical thinking: Why is it so hard to teach? *American Educator*, 31(2), 8-19.

241. Glossary of Education Reform. (2015) Scaffolding: Definition. *Great Schools Partnership: The Glossary of Education Reform*. <https://www.edglossary.org/scaffolding>

PORQUE EL APRENDIZAJE SE PRODUCE EN UN CONTEXTO

El aprendizaje ocurre en un contexto y, con el tiempo, se generaliza y se abstrae. Pero, en muchos casos, la información aislada encontrada on-line no logra capturar todo el contexto. Daniel Willingham²⁴² lo compara con el estudio de vocabulario: se solicita que los alumnos utilicen nuevas palabras en frases mientras las están aprendiendo, para incorporar no solo una definición, sino también cómo se aplica el término en el contexto. Cuando los alumnos buscan solamente sinónimos on-line, muchas veces los usan incorrectamente, como al decir “él se equilibró meticulosamente en el borde” (usando la definición de “meticuloso” como “cuidadoso”). El mismo razonamiento, argumenta Willingham, debería aplicarse a todo el aprendizaje de contenido. Contar con la capacidad de buscar un hecho puede ser insuficiente para utilizar ese dato adecuadamente.

PARA EVITAR LA “INCOMPETENCIA INCONSCIENTE” ²⁴³

(O, de forma más académica, “evitar el efecto Dunning-Kruger”).²⁴⁴

Un aspecto importante del conocimiento es orientar a las personas sobre lo que no saben y sobre lo que deberían aprender más. Los adultos disponen de una masa crítica de conocimiento para crear un mapa aproximado de su propio entendimiento y de sus brechas. El actor John Cleese explica con humor el efecto Dunning-Kruger (“D-K”): “¿Si tú eres muy, muy burro, cómo puedes darte cuenta de que eres muy, muy burro? Deberías ser relativamente inteligente para darte cuenta de cuán burro eres”. Sin un mínimo entendimiento de un determinado tema, la trampa en la que posiblemente uno caiga no es solo la ignorancia (que puede ser solucionada con una investigación en internet), sino la “metaignorancia” (ig-

242. Willingham, D. (2023) Sé más listo que tu cerebro. Obelisco.

243. Wikipedia. (2023). Four stages of competence.

244. Kruger, Justin; Dunning, David (1999). “Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one’s own incompetence lead to inflated self-assessments.” *Journal of Personality and Social Psychology*, 77 (6): 1121-1134.

norancia sobre la propia ignorancia),²⁴⁵ que puede ser mucho más perjudicial.

Al razonar sobre políticas económicas, por ejemplo, los ciudadanos deben estimar implícitamente distintas realidades económicas para compararlas con un ideal y considerar posibles cambios. En una investigación de Gallup de 2014, el 63% de los estadounidenses dijo creer que la tasa de criminalidad estaba aumentando, pese a que en realidad se encontraba en su nivel más bajo en 20 años. Quien creía en el aumento tenía 8 puntos porcentuales menos de probabilidad de apoyar leyes más rigurosas de control de armas.²⁴⁶ Si una persona no sabe que sus estimaciones no representan la realidad, tal vez no piense en averiguar los números reales. En ese estudio, los participantes que se identificaron con los dos principales partidos políticos de los EE.UU. también tenían una comprensión equivocada de la realidad en la misma proporción y estaban de acuerdo con el concepto de distribución ideal. La información factual desempeña un rol clave en la capacidad de pensar de manera crítica y creativa.

Tener la capacidad de investigar puede exacerbar el efecto D-K. En un estudio,²⁴⁷ los participantes que pudieron usar Google para responder preguntas sobre curiosidades se consideraron más inteligentes que los que no pudieron usar el buscador (incluso cuando el porcentaje de respuestas correctas fue igualado artificialmente).

245. Poundstone, W. (2016) *Head in the Cloud: Why Knowing Things Still Matters When Facts Are So Easy to Look Up*. Little, Brown.

246. Es interesante notar que, 20 años antes, en 1994, las personas que creían que las tasas de criminalidad estaban creciendo tenían 9 puntos porcentuales más de probabilidad de apoyar leyes de control de armas más rigurosas; por lo tanto, existe alguna interacción con la retórica. Kohut, Andrew (2015) Despite lower crime rates, support for gun rights increases. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2015/04/17/despite-lower-crime-rates-support-for-gun-rights-increases/>

247. Wegner, D. M. y Ward, A. F. (2013) "The internet has become the external hard drive for our memories." *Scientific American* 309.6: 58-61.

PARA DESARROLLAR VELOCIDAD, FLUIDEZ Y AUTOMATICIDAD, USADAS EN LA VIDA COTIDIANA

Existe un nivel básico de cada disciplina que es fundamental para la vida cotidiana. Por ejemplo, hay un nivel de comprensión necesario para la fluidez matemática básica de conceptos como peso, temperatura y dinero.²⁴⁸ En niños neurotípicos, este nivel se alcanza de forma rutinaria, pero es importante tener presente qué partes del currículo serán útiles para la vida de todos los alumnos.

A pesar de que cualquier persona pueda hacer una consulta en cualquier momento, consultarlo todo sería impracticable en la realidad y retrasaría el aprendizaje futuro y la solución de problemas. Por ejemplo, es posible consultar palabras desconocidas con frecuencia, pero ese proceso afecta la lectura. En general, cuanto mayor es el vocabulario conocido, mayor es la comprensión al leer.²⁴⁹ Ese problema se exagera en ambientes en los que los alumnos deben procesar información en tiempo real, como en charlas o trabajos en grupo, donde no siempre tendrían la opción de investigar cuando sea necesario.

En estos casos, la falta de fluidez o automaticidad (que es la combinación de precisión y velocidad) en componentes de nivel inferior puede funcionar como un embudo para el aprendizaje de conceptos de nivel superior.²⁵⁰ De modo más amplio, las investigaciones muestran que la fluidez “aumenta la retención y el mantenimiento del conocimiento, la resiliencia o resistencia a la distracción y la aplicación o transferencia del entrenamiento”.²⁵¹

PARA SER PARTE DE UN TELÓN DE FONDO SOCIAL COMPARTIDO

Piense en dar instrucciones a un habitante de una ciudad en comparación con hacerlo a un turista. Al hablar con un turista, no

248. Patton, J. R., Cronin, M. E. et al. (1997). A life skills approach to mathematics instruction: Preparing students with learning disabilities for the real-life math demands of adulthood. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 178-187.

249. Schmitt, N. Xiangying J. y Grabe. W. (2011) “The percentage of words known in a text and reading comprehension.” *The Modern Language Journal* 95.1: 26-43.

250. Binder, C. (1993). Behavioural fluency: a new paradigm. *Educational Technology*.

251. *Ibidem*.

se puede confiar en información o suposiciones compartidas, y se tarda mucho más tiempo en dar explicaciones que, en el otro caso, serían consideradas obvias.²⁵² De igual modo, las noticias y los medios no pretenden explicar todas las ideas; hay un conjunto de información básica que se presupone y en la que se confía. El educador estadounidense E. D. Hirsch trabajó para identificar qué contenido encaja en esa categoría para los Estados Unidos (por ejemplo, colesterol, cero absoluto) en su trabajo sobre educación cultural,²⁵³ **aunque ese listado debe ser ajustado a la modernidad** (según lo descrito en el Capítulo 5) y a otras culturas alrededor del mundo.

PARA APRENDER CONCEPTOS MÁS COMPLEJOS

Es posible decir que todo concepto complejo está compuesto por partes más pequeñas de información que requieren automaticidad para alcanzar su comprensión más compleja, como se explicó anteriormente. Sin embargo, aprender un concepto no suele limitarse al proceso de acumular sus partes. Ese es el pensamiento que subyace en la investigación que explora las progresiones del aprendizaje: “Los currículos deben ser elaborados para proporcionar a los alumnos una exposición sistemática a significados cada vez más complejos... y fundamentarlos en experiencias con contenido y tópicos específicos”.²⁵⁴ Es posible que el aprendizaje de tópicos en un determinado orden o por un determinado camino lleve a que el conocimiento sea representado y almacenado de manera diferente y sirva de preparación para distintos tipos de aprendizajes futuros. Por lo tanto, otro motivo por el cual algunos conocimientos deben ser incluidos en el currículo es por el hecho de que formen parte de una progresión del aprendizaje especialmente eficaz.

252. Poundstone, W. (2016). *Head in the cloud: The power of knowledge in the age of Google*. Oneworld Publications. Chicago.

253. Hirsch Jr., E. D., Kett, J. F. y Trefil, J.S. (1988) *Cultural literacy: What every American needs to know*.

254. Mosher, F. (2017). *A Hitchhiker's Guide to Thinking about Literacy, Learning Progressions, and Instruction*.

PORQUE SE EVALÚA INCORRECTAMENTE LA TASA DE CAMBIO EN LA INFORMACIÓN

La IA genera tanto entusiasmo (tal como sucedió con los buscadores) que existe un grave error al evaluar qué conocimiento todavía es –o *seguirá* siendo– importante. Para entender esta cuestión, debemos analizar cada disciplina y sus tópicos con el objetivo de identificar su velocidad de cambio y facilidad de adaptación.

- Variación lenta: por ejemplo, la filosofía no cambia rápidamente.
- Variación escalonada, que es ocasional:
 - promedio: por ejemplo, la educación digital expandida para el “diseño de *prompts*” requiere entrenamiento específico y evolución frecuente;
 - alta: por ejemplo, enseñar conceptos y competencias o modificar evaluaciones y pedagogías son “elevaciones” muy grandes que deben ser abordadas por las escuelas y por el desarrollo de profesionales.
- Variación rápida: por ejemplo, la elección del modelo de lenguaje a gran escala (LLM) del momento (o el lenguaje de programación del momento) exigirá entrenamiento informal por medio de comunidades de usuarios.

El capítulo sobre conocimiento aclarará estas complejidades.

LA PREGUNTA CORRECTA ES: “CONSIDERANDO LOS RECURSOS CADA VEZ MÁS PODEROSOS DE LA IA, ¿CÓMO ADAPTAMOS LA EDUCACIÓN PARA QUE SIGA SIENDO RELEVANTE?”

DESARROLLANDO CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO Y TRANSFERENCIA

Especialización: es el resultado esperado de la Educación. Esa especialización se adquiere en diferentes niveles y grados, desde la Educación Básica hasta la Superior. El conocimiento especializado es particularmente pertinente para la búsqueda de actividades, sobre todo remuneradas. A contramano de la opinión popular, la especialización se obtiene, no es innata: “lo que siempre distinguió a cirujanos, jugadores de ajedrez, escritores, atletas, pianistas de alto nivel y otros especialistas fue el hábito de la práctica ‘deliberada’ –un

enfoque continuo en tareas que no lograban realizar antes-. Los especialistas analizaban continuamente en qué se equivocaban, ajustaban técnicas y trabajaban duro para corregir errores”.²⁵⁵ El fallecido Anders Ericsson fue el autor de la Teoría de la Práctica Deliberada,²⁵⁶ el concepto de “10.000 horas de práctica” fue atribuido erróneamente a su difusor, Malcolm Gladwell.

Transferencia: sin embargo, el objetivo más fundamental de la Educación –pero poco considerado– siempre ha sido equipar al individuo con conocimiento suficiente para *aplicar lo aprendido en un contexto a otro contexto y época*. Este proceso, llamado “**transferencia**” debe ser cultivado explícitamente, **aunque la Educación tradicional se contentara en desarrollar, sobre todo, el conocimiento especializado, confundiendo transferencia con especialización**. David Perkins, de Harvard, explica²⁵⁷ cómo un alumno puede aprender a transferir sin necesariamente primero aprender a ser un especialista (como un “especialista amateur”), ya que los conceptos son presentados en un lenguaje natural y autoexplicativo (por ejemplo: en historia, “la historia no se repite, pero rima”; o en matemáticas, “las exponenciales son engañosas y, por lo tanto, explosivas”). La transferencia y la especialización se refuerzan mutuamente, de ahí la oscilación entre ambas.



255. K. Anders Ericsson, K.A., Prietula, M.J. y Cokely, E.T. (2007). The making of an expert. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2007/07/the-making-of-an-expert>

256. The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance' (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993).

257. Perkins, D. (2010). *Making learning whole: How seven principles of teaching can transform education*. Wiley.

Pero los seres humanos siguen buscando un “refugio” de la IA, según lo descrito en el Capítulo 1: es la esperanza de que quedará un espacio sin tocar en el que las personas puedan ser más “humanas”. Los siguientes capítulos discutirán dónde existe ese espacio, aunque no sea un “refugio” simple, identificable ni de nivel macro –depende del contexto–: **“depende”**, según lo descrito en la segunda sección de este capítulo. Entonces, ¿la especialización y la transferencia son esos “refugios”?

¿LA IA PUEDE SER UN ESPECIALISTA? CLARO QUE SÍ. YA LO ES, EN DIVERSAS SITUACIONES

Eso ya ha sido muy bien demostrado en distintas tareas, de juegos (ajedrez, go, Stratego, etc.) hasta en actividades más científicas (plegamiento de proteínas, modelado de enfermedades, etc.). La IA se está aplicando a casi todas las profesiones, como vimos anteriormente; por lo tanto, la especialización no está en cuestión. Sin embargo, “es necesario conocer para saber”, reza el dicho, y juzgar las respuestas de la IA *exigirá al mismo tiempo* conocimiento suficiente sobre el asunto y pensamiento crítico. Ethan Mollick, de la Wharton School of Business de la Universidad de Pensilvania, afirmó: *“En algunas tareas, la IA es inmensamente poderosa y, en otras, falla total o sutilmente. A menos que uno use mucho la IA, no sabrá cuál es cuál.”*²⁵⁸

¿PERO PUEDE LA IA HACER TRANSFERENCIA? SÍ, DE CIERTA MANERA, Y CADA VEZ MÁS

Primero, una aclaración sobre las taxonomías: en IA, la palabra “transferencia” es utilizada como “aprendizaje por transferencia” (una técnica), mientras la transferencia en sí se llama “generalización”.²⁵⁹ El CCR usará transferencia, pues este libro está destinado a educadores.

Como se afirma en el Capítulo 1, los LLM tendrán acceso a grandes cantidades de datos, de modalidades mucho *“más allá de textos e imágenes, como estructuras moleculares, tráfico de red, código de máqui-*

258. Mollick, E. (2023). Centaurs and cyborgs on the jagged frontier. *One Useful Thing*. <https://www.oneusefulthing.org/p/centaurs-and-cyborgs-on-the-jagged>

259. Kozlov, M. y Bieber, C. (2023). AI ‘breakthrough’: Neural net has human-like ability to generalize language. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-03272-3>

*na de bajo nivel, imágenes astronómicas y estudios cerebrales. Por lo tanto, la IA puede tener una fuerte comprensión intuitiva de dominios en los que tenemos experiencia limitada, incluso formando conceptos que no tenemos”.*²⁶⁰ Detectará analogías entre campos muy distantes y establecerá correlaciones interesantes que los humanos deberán filtrar para verificar su causalidad. Por lo tanto, la transferencia no es un refugio: la IA puede navegar por inmensos espacios multidimensionales y, finalmente, transferir mejor que los seres humanos en las transferencias cercanas y medianas. La transferencia lejana es difícil para todos, incluso para las personas, pero eso puede ejercer presión sobre la imaginación, lo cual será discutido en la sección sobre creatividad.

CONSECUENCIAS PARA LOS SISTEMAS EDUCATIVOS: CURRÍCULOS MÁS AMPLIOS E INTELIGENTES

¿POR QUÉ MÁS AMPLIOS? PARA LA VERSATILIDAD

El mundo a nuestro alrededor cambia profundamente, y la Educación debe acompañarlo. En una época de incertidumbre creciente, una estrategia sabia sería protegerse de disrupciones adoptando la **versatilidad**. La Educación Primaria y Secundaria debe equipar a los alumnos con las habilidades necesarias para afrontar los desafíos de la vida, que van desde cuestiones sociales y políticas (calentamiento global, contaminación, desigualdades, etc.) hasta la disrupción de la tecnología (redes sociales y, ahora, particularmente, la inteligencia artificial). Así, la **Educación NO es entrenamiento**;²⁶¹ **la Educación es amplia y está relacionada con la vida en general**, mientras que el entrenamiento es restringido y está relacionado con el trabajo (y comienza, en parte, en la Enseñanza Secundaria). Está claro que son necesarios tanto la Educación como el entrenamiento, pero no deben ser confundidos, ya que tienen objetivos diferentes (enfoque psicosocial para la Educación, enfoque económico para el entrenamiento).

260. Bounded Regret. (2023). What will GPT-2023 look like? *Bounded Regret Blog*. <https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/>

261. Con un respetuoso saludo al exprofesor Woodie Flowers, del MIT, que en paz descanse.

Como no se puede conocer el futuro, el cultivo de la versatilidad es una estrategia sabia y adecuada –piense en esto como una “protección contra todas las eventualidades”–. Haciendo una analogía con la navaja suiza, es mejor equipar a los alumnos con un amplio conjunto de herramientas que puedan ser afiladas según las circunstancias –poeta, médico, pintor y físico–.

¿MÁS SABIOS CÓMO? REDISEÑANDO EL “QUÉ” Y EL “CÓMO”

Más que nunca, la sabiduría es el objetivo de la Educación, tal como se expuso en el Capítulo 3. Pero, para llegar ahí, es necesario rediseñar tanto los estándares/currículos (el qué) como la pedagogía (el cómo), pues existen brechas significativas entre las necesidades emergentes y las prácticas actuales.

EL “QUÉ”

Qué enseñan las escuelas depende de los poderes jurisdiccionales, que se resisten a la modernización por inercia y miedo al cambio. La Educación aún no se adaptó totalmente a la era de la información: por ejemplo, se habla de “STEM”^b, pero en la Enseñanza Primaria y Secundaria se enseña solo “ST_M” –con muy poca tecnología y ninguna ingeniería–. Ahora, la era de internet, 25 años después de que David Houle²⁶² la llamara era del cambio, requiere que nos adaptemos rápidamente a una información en constante cambio y lidiemos de modo eficaz con una variedad de idiomas, culturas y estilos de vida. Con la era de la IA, el déficit acumulado en las dos últimas eras vuelve con más fuerza, incrementado por un nuevo conjunto de desafíos, que se analizan aquí.

b. La sigla STEM, en el contexto de la Educación, se refiere a un currículo enfocado en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (del inglés *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). La Educación STEM pretende preparar a los estudiantes para las demandas del mercado de trabajo actual y futuro, enfatizando en habilidades prácticas y analíticas que son esenciales para solucionar problemas complejos e innovar en diversos sectores. (N. del T. en la ed. brasileña).

262. Houle, D. (2008). *Entering the shift age: The end of the information age and the new era of transformation*. Sourcebooks.

Como resultado de dicha inercia, algunos argumentarán, tal vez para amortiguar su disonancia cognitiva, que no importa qué se aprende “mientras que se aprenda”. El CCR está profundamente en desacuerdo: ¿Por qué enfocar la enseñanza en un contenido antiguo si hay mejores opciones disponibles? ¿Por qué, por ejemplo, perder tiempo aprendiendo funciones trigonométricas que interesan a muy pocos y que fueron ampliamente automatizadas, en vez de ciencia de datos, que es útil en muchas disciplinas y es altamente demandada?

Las cuatro dimensiones son importantes:

Chris Dede, de Harvard, sintetiza bien la situación:²⁶³ “El currículo actual y los exámenes de alto impacto suelen priorizar el fomento de habilidades en las que la IA sobresale, como las de razonamiento que involucran previsión calculada y toma de decisiones por medio de fórmulas. Sin embargo, la IA no consigue reproducir fácilmente el juicio humano, que es un proceso de pensamiento deliberativo flexible y contextual, basado en conocimiento experiencial, ética, valores, relaciones y cultura”.

Como se describe en nuestro libro *Educación en cuatro dimensiones* (disponible en: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>), más relevante que nunca, esto significa prestar atención a las cuatro dimensiones de la Educación: **conocimiento, habilidades, actitudes y metaaprendizaje**.²⁶⁴ El modelo “4D” sigue siendo robusto (con excepciones esclarecedoras que se explicarán en los próximos capítulos y en el Apéndice digital):

- Conocimiento: “Qué sabemos” (vea el Capítulo 5)
 - El conocimiento declarativo es más desafiado que nunca por los LLM, lo que constituye una ampliación de las

263. Cao, L. y Dede, C. (2021). Navigating a world of generative AI: Suggestions for educators. *Harvard Graduate School of Education: Next Level Lab*. https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/websites.harvard.edu/dist/a/108/files/2023/08/Cao_Dede_final_8.4.23.pdf

264. CCR Framework Rev. 1.2: <https://curriculumredesign.org/framework/>

tendencias históricas (tablillas,²⁶⁵ libros, internet, buscadores). Según lo explicado, esto no significa que los humanos no necesitan conocimiento básico, sino que deben ser mucho más *criteriosos respecto a qué es esencial y relevante*. Además, y de forma contraintuitiva, es necesario un conjunto más amplio de conocimiento declarativo para atender la necesidad de versatilidad. David Epstein, autor de *Amplitud: Por qué los generalistas triunfan en un mundo especializado*,²⁶⁶ compara ambientes de aprendizaje “amigables” con “perversos”, explicando que, aunque los ambientes “amigables” estructurados y previsibles puedan favorecer la especialización temprana, los ambientes “perversos” del *mundo real* suelen recompensar una amplia gama de experiencias. También enfatiza en que un período de muestra en el que se exploran varios intereses antes de decidirse por uno específico puede llevar a mayor satisfacción y éxito en la carrera. Epstein se opone a la especialización temprana en la Educación, afirmando que puede limitar la capacidad de los niños de explorar su potencial y adaptarse a nuevas situaciones, e investiga la “calidad de la correspondencia” –la adecuación entre los intereses y las habilidades del individuo con su carrera y cómo una amplia gama de experiencias puede ampliarla–. Sin embargo, es fundamental tener un *mindset* de Y (en vez de O) en esa etapa. De acuerdo con el modelo en forma de T de IBM Research,²⁶⁷ es perfectamente posible desarrollar profundidad y amplitud, no una u otra –espe-

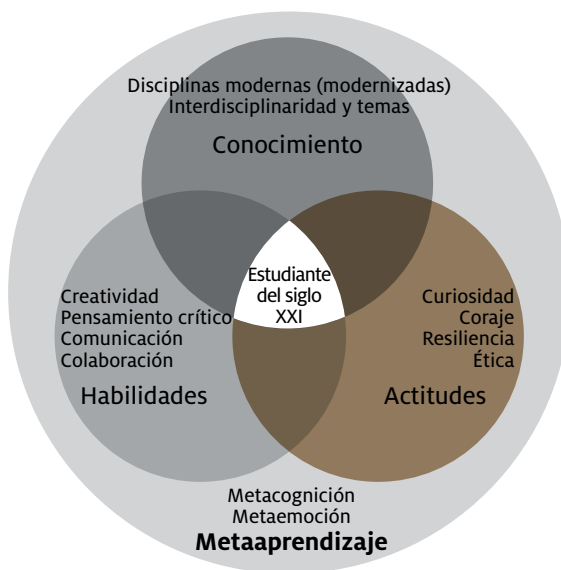
265. Lamentado por Sócrates: “Su invención permitirá que escuchen mucha información sin una enseñanza adecuada, y ellos imaginarán que pasaron a saber mucho, mientras que, la mayoría de las veces, no sabrán nada. Y será difícil convivir con ellos, pues solo parecerán sabios sin serlo realmente”. (Platón. [1925]. *Plato in twelve volumes*, vol. 9 traducido al inglés por Harold N. Fowler. William Heinemann Ltd.)

266. Epstein, D. (2019). *Range: Why generalists triumph in a specialized world*. Riverhead Books.

267. Demirkan, H. y Clinton Spohrer, J. (2018). Cultivating T-shaped professionals in the era of digital transformation. *IBM Research*. <https://research.ibm.com/publications/cultivating-t-shaped-professionals-in-the-era-of-digital-transformation>

cialización y transferencia—. Esa es la posición del CCR, y será explorada en los próximos capítulos.

- Los LLM aumentan la presión por enseñar más conocimiento conceptual (conceptos centrales) y conocimiento procesual (proyectos). El éxito en evaluaciones médicas, jurídicas y otras destaca la extensión significativa en la que esos exámenes se basan en la memorización de conocimiento declarativo (para ser justos, junto con algunas capacidades deductivas).
- Competencias: en el Capítulo 6, analizaremos en detalle la importancia de cada competencia a la luz de la IA y su probabilidad de ser automatizada. Pero aquí hay un adelanto:
 - Habilidades (“cómo usamos lo que sabemos”): son desafiadas y amplificadas por la IA.
 - Actitudes (“cómo nos comportamos y nos comprometemos con el mundo”): algunos rasgos siguen siendo significativamente humanos (por ejemplo, la ética) y es necesario apoyarse en ellos, mientras otros son ayudados y estimulados (por ejemplo, la curiosidad).
 - Metaaprendizaje (“cómo reflexionamos, nos adaptamos y aprendemos a aprender”): la metacognición y la metaemoción son más importantes que nunca, llevándonos a aprender a aprender.



Fuente: CCR.

Además de los objetivos de una Educación moderna descritos en el diagrama de Venn, también existe una creciente necesidad de personalizar la Educación (vea el Capítulo 7). Esa personalización incluye cuatro impulsores: motivación, identidad, agencia y propósito –de los cuales la motivación y el propósito seguirán siendo esencialmente humanos–:



Fuente: CCR.

EL “CÓMO”

En todo el mundo se realiza una enorme cantidad de experimentos y hay grandes inversiones, sobre todo en dos aspectos académicos principales de la IA (este libro no abarcará los aspectos administrativos). Hoy se usa la IA para automatizar lo siguiente:

- **Diseño:** de currículos, planificación de clases y evaluaciones, así como un gran número de herramientas de menor impacto, por parte de docentes y desarrolladores de currículos.
- **Entrega:** en lo inmediato, hay un foco significativo en experimentos llevados adelante por docentes y alumnos sobre el uso de IA en la instrucción (por medio de *prompts*, en su mayoría), que no serán tratados en este libro: ese campo cambia rápidamente y está bien cubierto por blogs actualizados. Con el tiempo, los profesores podrán tener un asistente de IA que ofrezca sugerencias personalizadas para los alumnos con base en su progreso y estilo de aprendizaje. Los estudiantes tam-

bién podrán usar un Sistema de Tutoría Inteligente (ITS, en su sigla en inglés).

Por lo tanto, el Capítulo 8 se concentrará esencialmente en el aspecto del diseño, mostrando cómo todas las recomendaciones pueden ser diseñadas de manera cohesionada. Dadas las situaciones en juego, extremadamente dinámicas y fluidas, que solo decantarán con el tiempo, este libro no abordará los aspectos de entrega, excepto en una breve sección sobre aprendizaje adaptativo e ITS.

¿Y RESPECTO A “APRENDER SOBRE IA”?

Esta pregunta, bastante difundida en los círculos políticos, es muy imprecisa, pues mezcla la IA como disciplina y la IA como herramienta. No es necesario aprender ciencia de la computación para operar un smartphone, tampoco aprender algoritmos de IA para usar un LLM. La siguiente tabla exhibe la diferencia entre la IA “qué” (en dos niveles: Educación digital para todos y como ciencia de la computación para los especialistas) y la IA “cómo” (una herramienta educativa).²⁶⁸

NIVEL	QUÉ (CONOCIMIENTO)	CÓMO (APRENDIZAJE) [EdTech se aplica]
ALTO	Aprender Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) (Aprender disciplinas: ciencia de la computación (incluyendo IA) + ingeniería eléctrica)	Aprender por medio/con TIC • Por medio de: simulacros/juegos, realidad aumentada/realidad virtual (RA/RV), aprendizaje adaptativo/IA • Vía: clases virtuales síncronas y asíncronas • Con: uso para la solución de problemas (por ejemplo, GIS/GPS* + búsqueda, etc.)
BAJO	Aprender sobre TIC (Adquirir conocimiento funcional (también conocido como “ Educación digital ”): por ejemplo, usar muchas apps (planillas, búsqueda; ahora LLM y otras IAs, etc.)	

* GIS/GPS: respectivamente, siglas de Sistema de Información Geográfica y Sistema de Posicionamiento Global, en inglés.
Fuente: CCR.

268. Nada de eso debe ser confundido con infraestructura/acceso digital (“cañerías”).

¿PERO TODAS ESTAS RECOMENDACIONES SERÍAN LAS MISMAS SI SE ALCANZARA LA AGI? ¿Y RESPECTO A LA ASI?

En primer lugar, es un gran salto lógico afirmar que el simple alcance (en qué nivel, qué se discutirá) de la inteligencia artificial general (AGI) hará que todos los empleos desaparezcan. Eso parece muy improbable por todos los motivos discutidos en el Capítulo 3. Pero, de cualquier modo, exploraremos este escenario.

Si la IA se hace cargo de todos los empleos, liberándonos de la formación para ellos, ¿cuál debe ser el enfoque de la Educación? La Enseñanza Secundaria, generalmente después de los 14 años, es una preparación para la Enseñanza Superior, como la VET^c o la universidad, que son tradicionalmente relacionadas con el trabajo. Sin embargo, en un escenario en el que los empleos sufran un impacto significativo, los años de Enseñanza Secundaria podrían desviar su enfoque de la empleabilidad. *Suponiendo que los ingresos estén garantizados*, esto permitiría que los individuos tuvieran más tiempo libre para dedicarse a sus intereses epicúreos. Por lo tanto, la Educación se orientaría aún más hacia el cultivo de la identidad, de la iniciativa y, sobre todo, de la motivación y del propósito de las personas en un mundo sin empleo. Este abordaje destaca la importancia de una Educación amplia y profunda que promueva “MIAP”,^d ya que ninguna de esas necesidades desaparecería ante la ausencia del empleo tradicional. Desde una perspectiva psicosocial, es probable que las exigencias educativas solo sean redireccionadas. Por lo tanto, aun en ese escenario extremo, las recomendaciones mencionadas seguirían siendo aplicables –¡voilà!–. Pero, considerando la propensión de los seres humanos a generar cada vez más trabajo para sí mismos, esta visión debe verse con un escepticismo saludable. Si se concreta dicho cambio, podría inspirar una nueva perspectiva, tal vez siguiendo el ejemplo francés de equilibrio entre vida personal y vida profesional. 😊

Para la superinteligencia artificial (ASI), nada está garantizado. El palpito del lector es tan bueno como el de cualquier otra persona.

c. VET (Educación y entrenamiento vocacional) se refiere a programas de enseñanza y formación que se concentran en habilidades prácticas y conocimientos directamente aplicables al mercado laboral. Estos programas son diseñados para preparar a los alumnos para ocupaciones específicas, ofreciendo entrenamiento técnico y profesional. (N. del T. en la ed. brasileña).

d. Sigla en inglés para motivación, identidad, iniciativa y propósito. (N. del T. en la ed. brasileña).

CAPÍTULO 5

Conocimiento para la era de la IA

“El conocimiento es poder”.

Francis Bacon

“Nos estamos ahogando en información, pero hambrientos de conocimiento”.

John Naisbitt

El Capítulo 4 abordó la necesidad del aprendizaje continuo y la relevancia del conocimiento en la era de la inteligencia artificial (IA). Este capítulo tratará de modo más específico sobre la dimensión del conocimiento.

¿QUÉ ES EL CONOCIMIENTO?

Históricamente la Educación se ha concentrado en la dimensión del conocimiento. Una metáfora zen establece una conexión entre la mente de una persona y una taza, y el conocimiento como el agua que la llena. En el mundo anterior a internet, era razonable considerar que la principal función de la Educación era permitir que los estudiantes “llenaran sus cerebros” con hechos e ideas que pudieran llevar consigo toda la vida. En un mundo con acceso casi universal a internet y un rápido perfeccionamiento de la IA, ese modelo de “llenar cerebros” exige refinamientos significativos.

En busca de la misión tradicional de la Educación – “llenar los cerebros de los alumnos” – el conocimiento fue “taxonomizado” en diferentes disciplinas. La tradición helenística proponía siete artes liberales para la Educación Superior: gramática, lógica, retórica, astronomía, geometría, aritmética y música. Los maestros en esas artes liberales se formaban para seguir con estudios adicionales en filosofía, teología, derecho y medicina. La tradición china incluía literatura y poesía, caligrafía, pintura, historia, filosofía, matemáticas y astronomía, artes marciales, medicina y música. Pasaron milenios y la tradición oral fue casi totalmente remplazada por la tradición escrita, que ahora es sucedida por la era de la información. Sin embargo, estas disciplinas siguen siendo fundamentales para las experiencias educativas de la mayoría de las personas. Las enciclopedias las (re)clasifican repetidamente por medio de distintos mecanismos, y las nuevas herramientas solo aumentan la capacidad de taxonomía.

INVESTIGACIÓN DEL CCR QUE SINTETIZA EL CONOCIMIENTO

Una investigación con el objetivo de sintetizar los diferentes “tipos de conocimiento” mostró diversos problemas. Para asegurar la amplitud del trabajo, el Center for Curriculum Redesign (CCR) analizó tres de los trabajos académicos más mencionados, la síntesis de tres

motores de búsqueda y repositorios de información (Google, Bing y Wikipedia), además de haber conversado con tres modelos de lenguaje a gran escala (LLM): GPT4, Claude y Poe Assistant. Para redondear el campo de investigación en diez, se agregaron los *insights* del resultado de búsqueda más relacionado: una plataforma de tecnología de negocios²⁶⁹ que ofrece soluciones de información.

No resulta sorprendente que, para la investigación académica, no haya una división consensual de los diferentes tipos de conocimiento. Estas diez fuentes generaron 58 (!) “tipos de conocimiento”, siendo que solo cuatro están presentes en la mitad de las fuentes y menos de un tercio figura más de una vez. Está claro que las áreas tienen objetivos diferentes al preguntar qué es conocimiento. Los historiadores buscan la documentación de lo que sucedió, los tecnólogos de la información hacen la taxonomía para volver más eficiente el almacenamiento del conocimiento y los epistemólogos buscan diferenciar creencia de verdad. Cada campo creó su sistema de clasificación para obtener un lente que transforme la burbuja amorfa de “conocimiento” en algo útil para sí. El objetivo del CCR es el mismo: sintetizar estas fuentes para crear una taxonomía *útil para la Educación*. Históricamente, el campo de la Educación no necesitó diferenciar mucho los diversos tipos de conocimiento, ya que todos parecían útiles para los alumnos. *La era de internet estableció la necesidad de diferenciarlos. La revolución de la inteligencia artificial refuerza esa necesidad.*

El área de la Educación apenas tocó la superficie del enfrentamiento de los desafíos que conlleva el acceso casi omnipresente a internet, aunque ese acceso esté migrando de los lugares de trabajo hacia nuestras casas, nuestros bolsillos y, a la brevedad, hacia cada vez más cerca de nuestros cuerpos. La Educación se esfuerza por desarrollar soluciones que alejen a los alumnos de la memorización y los acerque al uso de la información, que casi siempre está a solo un clic de distancia. Todavía no se incentiva a los alumnos a trabajar juntos en tareas, aunque el mundo del trabajo exija

269. GetGuru. (2023). The 7 types of knowledge: Definitions, examples and more. GetGuru Blog. <https://www.getguru.com/reference/types-of-knowledge>

actuar en equipo y colaboración. Las evaluaciones sin consulta a fuentes siguen siendo comunes, sin hablar de la imposibilidad de acceder a internet, y además existe un estigma común en relación a la legitimidad de Wikipedia como fuente válida de datos, a pesar de ser una de las realizaciones más sólidamente diseñadas y verificadas de modo transparente en la historia de la humanidad.

Síntesis

Al sintetizar los 58 “tipos” de conocimiento identificados, las diez fuentes aprovecharon una variedad de características para diferenciar las categorías de conocimiento. Se destacaron tres de ellas, que llamaremos **ejes de conocimiento**:

1. La **clasificación** del conocimiento, o cómo el conocimiento se manifiesta en su uso, por ejemplo, como un hecho o un procedimiento.
2. El **método de adquisición** del conocimiento, o cómo el individuo absorbe el conocimiento, por ejemplo, por medio de experiencias personales.
3. El **dominio** del conocimiento, o el área o esfera de contenido dentro de la que el conocimiento es relevante; por ejemplo, el conocimiento cultural o tecnológico, generalmente agrupado por **disciplina**.

Lo que hace que el ejercicio sea aún más complejo es que muchos tipos de conocimiento estudiados se enmarcan en lo que el CCR categoriza como las otras *dimensiones* de la Educación: habilidades, actitudes y metaaprendizaje. Estas dimensiones se superponen naturalmente al conocimiento, y este es el mensaje central de la visualización del diagrama de Venn del CCR. A pesar de las superposiciones, se mantienen deliberadamente diferenciadas para que los educadores puedan enseñarlas de modo más eficaz y explícito.

Este también es el objetivo de desarrollar los tres ejes del conocimiento. Ellos permiten crear diferenciaciones en el conocimiento para después perfeccionar las experiencias de aprendizaje de los alumnos mediante técnicas y uso de recursos que las optimicen. La principal preocupación es *aumentar la fluidez del edu-*

cador en diferentes tipos de conocimiento, ya que no se deben enseñar de la misma manera, ni con el mismo objetivo y secuencia. A continuación veremos cada eje en detalle.

Clasificación del conocimiento

Solo cuatro “tipos” de conocimiento figuran en más de la mitad de las fuentes. Tres se encuadran en el eje de clasificación del conocimiento (el cuarto será discutido como un método de adquisición) y son útiles para los educadores:

- 1. El conocimiento **declarativo** o la comprensión de hechos, información y datos que pueden ser explícitamente declarados o descriptos.
- 2. El conocimiento **procedimental**, o la comprensión de cómo ejecutar tareas, procesos o acciones específicas.
- 3. El conocimiento **conceptual** o la comprensión de cómo los componentes de conocimiento se construyen sobre estándares y otros principios de organización.

TIPOS PRINCIPALES	SÍNTESIS DEL CCR	TIPOS RELACIONADOS
Declarativo	Declarativo	Proposicional; factual; semántico
Conceptual	Conceptual	Actitudinal
Procedimental	Procedimental + (nivel más elevado de pensamiento) Habilidades	Cognitivo
OTROS – Combos		
Causal	Conceptual + Metacognición	
Estratégico	Procedimental + Competencias	
Metacognitivo	Conceptual + Metacognición	Autoconocimiento; metaconocimiento
Relacional	Procedimental + Competencias	Incluye conceptos
Cultural	Declarativo + Procedimental	
Moral	Declarativo + Ética	
OTROS – Ejes distintos		
Explícito/Implícito; tácito; a priori/a posteriori; episódico; contextual; experiencial; condicional; motor/metamotor; epistemológico		

Fuente: CCR.

Existe una categoría adicional a la que todas estas piezas de conocimiento contribuyen: el conocimiento **epistemológico**. Algunos especialistas lo presentan en campos en los que pueden “pensar como un matemático”, “un historiador” o “un ingeniero”. Estos especialistas²⁷⁰ internalizaron una variedad de conceptos y los consideran un kit de herramientas, además de lentes a aplicar en un abanico de situaciones. Dicho conocimiento permite que estos individuos generen nuevos conocimientos declarativos, procedimentales y conceptuales en sus campos.

Históricamente, la Educación prestó más atención y recursos al conocimiento declarativo, equipando a los alumnos con los hechos necesarios para entender el mundo a su alrededor. La memorización de palabras del vocabulario, fórmulas matemáticas, leyes y principios científicos, eventos y figuras históricas entran en esa categoría.

Como consecuencia del enfoque en el conocimiento declarativo, la Educación fue preparada para tratar todo el conocimiento como declarativo. Los currículos suelen ser estructurados en torno al conocimiento declarativo y las evaluaciones –sobre todo las de “respuesta cerrada”– buscan determinar si los alumnos conocen los hechos “correctos”. El sorprendente éxito²⁷¹ de la IA al aprobar diversos exámenes mostró como estas evaluaciones apuntan a recordar y memorizar, y no a una comprensión profunda.

Los procedimientos y conceptos suelen ser enseñados del mismo modo que el conocimiento declarativo. Los alumnos pueden memorizar las etapas de un experimento científico, diversas habilidades de pensamiento histórico, la estructura de una redac-

270. ¡La especialización también puede, curiosamente, cegar a un individuo al ayudar a determinar qué es importante en su área! Como muchos conceptos se volvieron naturales para esas personas, la “maldición de la especialización” puede llevarlos a perder algunos de los bloques de construcción de la comprensión que son necesarios para un alumno. *Eso crea una razón FUNDAMENTAL para incluir a profesionales, además de los especialistas tradicionales, en el proceso de elaboración de los currículos.*

271. Varanasi, L. (2023). GPT-4 can ace the bar, but it only has a decent chance of passing the CFA exams. Here's a list of difficult exams the ChatGPT and GPT-4 have passed. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/list-here-are-the-exams-chatgpt-has-passed-so-far-2023-1#but-the-bot-did-pass-a-stanford-medical-school-clinical-reasoning-final-14>

ción o un algoritmo para solucionar un problema de matemática. Es necesario hacer un cambio profundo aquí, así como diferenciar el proyecto curricular y las estrategias pedagógicas para la enseñanza de cada clasificación. No alcanza memorizar el procedimiento útil. El individuo debe ser capaz de ejecutarlo *mientras lo comprende*. El concepto memorizado solo es útil en la medida en que su internalización moldee la visión de mundo. Para que los alumnos ejecuten procedimientos de modo consistente e internalicen conceptos, se les debe enseñar explícitamente a hacerlo y de un modo diferente al del conocimiento declarativo.

Debemos observar que no todo conocimiento se enmarca perfectamente en una sola de las tres categorías. El método científico, por ejemplo, puede enseñarse como cualquiera de ellas:

- Como conocimiento declarativo, la definición del método científico puede memorizarse como “un abordaje sistemático para adquirir y verificar el conocimiento”.
- Como conocimiento procedimental, el método científico puede ser ejecutado como un proceso de diversas etapas, por lo general llamado observar, cuestionar, hipotetizar, prever, probar, analizar, concluir y comunicar.
- Como conocimiento conceptual, los científicos utilizan distintos conceptos con regularidad y habilidad, producto de la internalización del método científico. Entre ellos está reconocer que la ciencia requiere evidencias empíricas, las cuales pueden ser adquiridas por medio de la observación y pruebas; y nuevas evidencias llevan al refinamiento de cuerpos de conocimiento anteriores.

Cada clasificación se beneficia de diferentes proyectos curriculares y abordajes pedagógicos. Está claro que se puede enseñar la definición propia del conocimiento declarativo por medios tradicionales –familiarizando a los alumnos con un término, incentivando la memorización y usando con frecuencia ese término en el contexto–. Sin embargo, ese procedimiento se enseña mejor a través de la ejecución auténtica de experimentos y de la transferencia gradual de la responsabilidad para que los alumnos tengan autonomía e iniciativa al realizarlos. Los conceptos del método

científico requieren exposición repetida, ejemplos con repercusión para facilitar la transferencia cercana y lejana, además de tareas y proyectos bien elaborados que estimulen a los alumnos a internalizar los conceptos como herramientas flexibles en su kit de herramientas científicas en constante expansión.

El camino rumbo a la especialización

Al analizar estas clasificaciones de conocimiento, puede ser útil examinar el camino de un alumno rumbo a la integración de las tres, culminando en el conocimiento. El conocimiento profundo es la combinación de los cuatro niveles.



Fuente: CCR.

Para ilustrar la necesidad de impulsar la Educación rumbo a la comprensión conceptual, los exponenciales en matemática son un buen ejemplo (el crecimiento exponencial es un tópico clave de las matemáticas y suele enseñarse en álgebra introductoria en el comienzo de la adolescencia): la toma de decisiones durante la pandemia de Covid-19 puso en evidencia las principales brechas en la *conceptualización* colectiva de la humanidad sobre el crecimiento exponencial, aunque una gran cantidad de adultos haya realizado cálculos exponenciales en las escuelas. En los cursos del CCR, se dice que los exponenciales son “*engañosos y, después, explosivos*”. O sea, comienzan engañosamente lentos y, después, aumentan de modo explosivo. En el caso de la pandemia de Covid-19, el reconocimiento de que el virus se esparciría exponencialmente

podría haber estimulado una acción colectiva *anticipada* para evitar la enfermedad antes que fuera incontrolable. Lamentablemente, los esfuerzos para “achatar la curva” e “impedir la propagación” llegaron demasiado tarde, y el mundo todavía sufre su impacto.

Para llevar a un alumno al nivel de *conocimiento epistemológico*, el punto de partida sigue siendo el conocimiento declarativo. En el caso de los exponenciales, alcanzaría con comenzar memorizando que “los exponenciales son engañosos y, después, explosivos”. La memorización de esa frase la vuelve un conocimiento declarativo. Una evaluación podría preguntar: “¿Cómo actúan los exponenciales?” y el alumno podría responder correctamente. Aunque la frase sea un concepto, el estudiante aún no lo habría *internalizado*.

Para eso, un potencial próximo paso sería aprovechar la información declarativa en la ejecución de procedimientos. Una combinación de cálculos numéricos teóricos (“¿cuánto es dos elevado a la quinta potencia?”) y problemas prácticos del mundo real (“si una persona empieza con dos centavos y estos se duplican cada día, ¿cuántos centavos tendrá al quinto día?”) creará oportunidades para que los alumnos apliquen el conocimiento declarativo recién adquirido. Con la práctica, empezarán a calcular correctamente el crecimiento exponencial y dominarán los procedimientos.

Sin embargo, el alumno aún no habría internalizado el concepto. Sus conocimientos declarativos y procedimentales seguirán vinculados a los contextos en que se enseñaron. Para la internalización, el alumno debe ser expuesto al concepto en una variedad de contextos con el objetivo de facilitar la transferencia. Los alumnos pueden ser expuestos a cómo el crecimiento exponencial ocurre en la diseminación de un virus, en el crecimiento de la población o en la interacción con redes sociales. Cada nuevo contexto permite que el estudiante reconozca que el escenario presenta crecimiento exponencial y que la frase “los exponenciales son engañosos y, después, explosivos” es aplicable. Con un número suficiente de contextos distintos, cada uno internalizará el conocimiento conceptual.

Métodos de adquisición de conocimiento

Después de las clasificaciones de conocimiento declarativo, procedimental y conceptual, los próximos “tipos de conocimien-

to” más frecuentemente mencionados en nuestra síntesis fueron “conocimiento tácito” (en cinco de las diez fuentes) y “conocimiento explícito” (en cuatro de las diez). Estos dos tipos difieren en la complejidad para obtener y compartir conocimiento –el conocimiento explícito es fácil de estructurar y compartir, mientras que el tácito es difícil y suele exigir experiencias vividas–. Para destacar la diferencia, es posible usar el conocimiento explícito de las políticas y procedimientos de un lugar de trabajo en comparación con el conocimiento tácito de las normas culturales de dicho espacio. El primero podría estar en un manual, mientras que el segundo exigiría tiempo y, probablemente, experiencia personal.

Dos otros “tipos” de conocimiento surgieron en la investigación, en el campo de la filosofía. Las expresiones latinas *a priori* y *a posteriori* se refieren a una deducción con o sin experiencia personal. El conocimiento *a priori* es una manera de conocimiento independiente de la experiencia, es decir, por medio de deducción puramente teórica. El conocimiento *a posteriori* se basa en la observación y la experiencia. El conocimiento *a priori* se superpone con fuerza al explícito, ya que una persona no necesita observación o experiencia personal para obtenerlo. El conocimiento *a posteriori* se superpone al conocimiento tácito, pues por lo general requiere experiencia personal para ser adquirido.

Para avanzar en la meta de crear una estructura útil para los educadores y, a su vez, reconocer que esos términos no necesariamente se prestan a una comprensión rápida, el CCR los adaptó a estos dos métodos de adquisición de conocimiento:

1. **Conocimiento experiencial**, o el obtenido por medio de experiencias personales, observaciones y reflexiones.
2. **Conocimiento teórico**, o el obtenido sin experiencia personal, pero con base en deducción y lógica.

En estos dos métodos de adquisición, el conocimiento experiencial representa el conocimiento *a posteriori* y explícito, mientras que el conocimiento teórico incluye el conocimiento *a priori* y tácito. A pesar de que estos términos no aparezcan con frecuencia en la investigación del CCR, fueron seleccionados por

su utilidad, para que los educadores entendieran rápidamente qué representan.

El término “aprendizaje experiencial” ya es muy utilizado en la Educación, y fue inicialmente concebido por el teórico de la Educación David Kolb en su propuesta de “ciclo de aprendizaje experiencial”,²⁷² que defendía que los alumnos deberían aprovechar experiencias directas para hacer observaciones y, después, atribuir significado. El aprendizaje basado en proyectos opera en un espacio similar, permitiendo que los alumnos aprendan haciendo. Tanto el aprendizaje experiencial como el basado en proyectos tienen sus defensores, institutos, modelos y estructuras, y reconocen que las experiencias directas son, en algunos casos, la *única* manera de aprender algo. Además, tales experiencias directas son oportunidades para que los alumnos también adquieran conocimientos teóricos.

Los alumnos podrían, por ejemplo, embarcarse en un proyecto de aprendizaje experiencial para estudiar los árboles en un parque. Así, podrían adquirir un conocimiento experiencial sobre la apariencia y la sensación de los árboles y cómo sus raíces se interconectan. También tendrían la posibilidad de examinar la textura de las hojas y buscar otros organismos en el ecosistema. No sería posible adquirir ese conocimiento en un aula, ni (por ahora) con el más reciente dispositivo de realidad virtual. Detalles como el olor del aire, el tamaño percibido de un árbol y la visión de una lombriz mordiscando una hoja son ejemplos de conocimiento experiencial.

También se puede usar el aprendizaje experiencial para enseñar conocimientos teóricos. Los alumnos podrían desarrollar, por ejemplo, una comprensión de la fotosíntesis examinando el brillo y el color de las hojas, o profundizar su comprensión teórica del ciclo oxígeno-dióxido de carbono considerando las diferentes maneras en que los seres humanos y los árboles “respiran”. Aunque ese contenido pueda ser enseñado en un aula sin una experiencia

272. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

directa, el aprendizaje experiencial facilita de manera más eficiente la creación de significado a partir de esos hechos, ya que involucra a los alumnos de modo holístico.

Aun así, debemos ser conscientes de que esas experiencias ricas y reales requieren muchos recursos. Una escuela puede no tener árboles cerca. El transporte de los alumnos en una excursión es caro. Puede ser invierno. Además, como la experiencia será exclusiva para el contexto de cada escuela, existe una carga adicional para que el profesor personalice la experiencia para su grupo de modo eficaz. Es difícil transformar un currículo o un plan de clase en una experiencia rica en el mundo real.

Por lo tanto, la distinción entre los métodos de adquisición de conocimiento teórico y experiencial sirve como una alerta para que las escuelas reconozcan el poder de las experiencias del mundo real y optimicen sus recursos para generarlas y ayudar a los alumnos a adquirir el conocimiento valioso y relevante que solo esas experiencias ofrecen, lo que justifica mucho los recursos necesarios.

CONOCIMIENTO COMO SUSTRATO PARA COMPETENCIAS

Las competencias serán discutidas en detalle en el próximo capítulo. Sin embargo, el conocimiento no puede ser discutido en un vacío. Percibir la importancia de enseñar a los alumnos a pensar, aprender y aplicar habilidades socioemocionales muchas veces entorpece las discusiones sobre qué contenido se debe enseñar primero. Aun así, es importante observar que el aprendizaje depende en gran medida del contexto y, por lo tanto, las competencias se enseñan mejor por medio de algún sustrato o contenido adecuado.²⁷³ También existen razones para creer que algunos contenidos pueden estar mejor alineados que otros para la enseñanza de ciertas competencias.²⁷⁴

273. Heald, J. B., Lengyel, M. y Wolpert, D. M. (2022). Contextual inference in learning and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(1), 43-64.

274. Dunn, K. et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf>

Diecinueve de los “tipos de conocimiento” sintetizados se superponen a las otras tres dimensiones de la estructura del CCR. Ellos son:

HABILIDADES	ACTITUDES	METAAPRENDIZAJE
• Habilidades de proceso cognitivo • Conocimiento procedimental • Conocimiento estratégico • Estrategias cognitivas	• Conocimiento moral • Conocimiento ético • Teorías éticas • Principios morales • Conocimiento actitudinal	• Habilidades de proceso cognitivo • Conocimiento psicomotor • Conocimiento afectivo • Conocimiento narrativo • Conocimiento espiritual • Conocimiento estratégico • Autoconocimiento • Conocimiento superior • Metaconocimiento • Conocimiento metacognitivo • Autoconsciencia • Estrategias cognitivas • Habilidades motoras • Estrategias metacognitivas • Conocimiento actitudinal

Estas superposiciones son una *característica* de la estructura del CCR, no un error. Considere la siguiente ejecución de una estrategia compleja: el lanzamiento de un producto de software. Un líder de proyecto necesitaría:

- Una comprensión sólida del conocimiento declarativo sobre el proyecto de software: hechos sobre cómo funciona el producto, qué soluciones ofrece y cómo se compara con la competencia.
- Conocimiento conceptual para reunir información compleja y hacer juicios claros y decisivos. El líder aprovechará un conjunto de herramientas de conceptos, por ejemplo, qué tan fluida y pasible de corrección es la implantación del software, o que los primeros segundos de un individuo en una interface de usuario determinan toda la experiencia.
- Conocimiento procedimental para entender cómo el software ejecuta sus soluciones y los procedimientos necesarios para llevar el producto al mercado: *soft launch*, creación de un sistema de feedback del usuario, etc.

- Competencias robustas de la dimensión de habilidades: algunas se superpondrían a las descritas –el conjunto de herramientas de conocimiento conceptual ayuda al pensamiento crítico y el conocimiento declarativo básico (que es el fundamento para la ejecución creativa y eficaz de los procedimientos) exigirá una intensa colaboración y comunicación–.
- Una actitud firme: para reunir el conocimiento declarativo, el individuo debe aprovechar su curiosidad. Habrá momentos desafiantes que exigirán coraje y resiliencia, y el lanzamiento exitoso de cualquier producto de software requiere una comprensión ética firme de su impacto.
- La capacidad de aprender en tiempo real, a medida que nueva información cambia el cálculo por detrás de las decisiones: una base sólida en la dimensión de metaaprendizaje permitirá que el líder administre una variedad de interacciones complejas y dinámicas. También será capaz de gestionar y asignar recursos en todas las demandas concurrentes en su vida.

IMPACTO DE LA IA: REFORMULANDO DISCIPLINAS²⁷⁵

La justificación para la modernización de las disciplinas tradicionales en la Enseñanza Primaria y Secundaria ya ha sido abordada en este capítulo y el anterior, especialmente en la sección “Consecuencias para los sistemas educativos”.

MODERNIZACIÓN DEL CONTENIDO DE DISCIPLINAS TRADICIONALES:

*Usando las matemáticas como ejemplo*²⁷⁶

Es posible alcanzar la modernización del contenido de las disciplinas tradicionales en tres niveles:

275. Observación: usaremos “estándares” para diferenciar de “currículo”. En algunos territorios, los dos términos son intercambiables; pero los estándares se refieren a un listado conciso de metas de contenido, mientras el currículo implica un conjunto más profundo de materiales relacionados al trabajo del docente.

276. Además de matemáticas, el CCR hizo un trabajo similar para la ciencia de la computación (<https://4dedu.org/computer-science/>), historia mundial (<https://worldhistory.curriculumredesign.org/>), literatura mundial (<https://worldliterature.curriculumredesign.org/browse?searchQuery=>), salud y educación física (HPE, en su sigla en inglés), etc., demostrando que el proceso puede replicarse en otras disciplinas.

- A. *Pequeños cambios:*** reorganizar ítems de contenido y hacer pequeños ajustes, como histórica y penosamente son ejecutados por los entes responsables de los currículos en los territorios, debido a la inercia académica y a las dificultades políticas. Estos aspectos no forman parte del alcance de este libro.
- B. *Reformulación significativa:*** fue lo que el CCR hizo²⁷⁷ en conjunto con ACARA (Autoridad de Currículo, Evaluación e Informes, en su sigla en inglés) de Australia. Los estándares conservan la mayor parte de la estructura de una disciplina típica de la Enseñanza Primaria y Secundaria, con perfeccionamientos significativos del proceso a continuación:

1. Analizó las necesidades de distintos tópicos (para la OCDE)²⁷⁸

- Atención recomendada en las áreas tradicionales de las matemáticas, muchas veces abordadas de modo insuficiente en las escuelas: sentido numérico, estimación, formas irregulares, proporcionalidad, probabilidad básica y exponenciales.
- Tópicos recomendados en matemáticas de relevancia moderna²⁷⁹ que raramente, o nunca, son tratados en las escuelas: probabilidad bayesiana y matemática discreta/computacional (algoritmos y gráficos, sistemas complejos, teoría de los juegos).

2. Desarrolló los conceptos básicos de matemáticas en dos capas de granularidad: nivel de disciplina y nivel de ramificación. Esa etapa fue más compleja en el caso de las matemáticas porque la disciplina confunde conteni-

277. Bialik, M. et al. (2021). *Mathematics for the modern world*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Mathematics-for-the-Modern-World-1.pdf>

278. Center for Curriculum Redesign. (2021). PISA mathematics in 2021. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Recommendations-for-PISA-Maths-2021-FINAL-EXTENDED-VERSION-WITH-EXAMPLES-CCR.pdf>

279. Center for Curriculum Redesign. (2021). *Mathematics for the modern world*.

<https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/ccr-case-for-math-social.mp4>

do y concepto, pero otras, como la historia, suelen hacer un mejor trabajo en la separación. A continuación, dos ejemplos de ingeniería (disciplina) *versus* ciencia de la computación (ramificación):

- Disciplina – fragilidad: al proyectar y construir un producto, es importante tener en cuenta las maneras en que puede actuar bajo estrés, cómo puede ser mal utilizado o simplemente fallar.
- Ramificación – ingreso de basura/salida de basura: las computadoras hacen aquello para lo que fueron programadas o (en el caso de la IA) entrenadas para hacer. La mayoría de los errores de computadoras son resultado de errores *humanos* en el ingreso de datos, en el diseño o en la programación.

3. Identificó las principales competencias relacionadas a las matemáticas:²⁸⁰ Pensamiento crítico, resiliencia, metacognición y *mindset* de crecimiento.

- C. **Reformulación más profunda – personalización:** educadores identificaron la necesidad de personalizar la Educación, sobre todo después de la Enseñanza Secundaria, que representa un tronco común a todos los alumnos. Así, el CCR definió tres niveles de complejidad que el alumno debe afrontar, según su potencial e interés en cada disciplina: *producir, interpretar y apreciar*. El siguiente ejemplo sobre sistemas complejos e incendios forestales explicará la diferencia entre los tres niveles. Un bombero que va a arriesgar su vida ¿no quisiera cuestionar al gobierno sobre si los cortafuegos y los pozos de agua han sido posicionados estratégicamente? Sabía que los incendios forestales son fractales (apreciar) y quiere estar seguro de que los formuladores de políticas (interpretar) y los matemáticos (pro-

280. Dunn, K. et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf>

ducir) hicieron su trabajo correctamente (del mismo modo que puede hacer preguntas a su contador o abogado).

Tradicionalmente, esto se hace en muchos territorios con la oferta de variantes de cada disciplina (avanzada, regular, profesional técnica) y distribuyendo a los alumnos. Sin embargo, la implementación es históricamente mala, pues *se trata sobre todo del mismo contenido, ajustado solo a la velocidad de cobertura, no para su profundidad*. ¿Por qué un electricista debería aprender a solucionar polinomios? (¿Y, además, a mano?), aunque tenga más tiempo que el alumno que se prepara para una carrera STEM*...

OFERTA DE VARIANTES	NIVEL DE COMPLEJIDAD EXIGIDO A LOS ALUMNOS		
Nivel 3 (preparación para STEM)	Producir	Producir	Producir
Nivel 2 (preparación para Enseñanza Superior)	Producir	Producir	Interpretar
Nivel 1 (preparación para la VET*)	Producir	Interpretar	Apreciar
	Exponenciales	Cuadráticas	Cardioide, cicloide, etc.

* Sigla de Vocational Education and Training, o formación profesional técnica. Fuente: CCR.

JUSTIFICACIONES PARA AGREGAR DISCIPLINAS MODERNAS A LA ENSEÑANZA PRIMARIA Y SECUNDARIA

Con base en el crecimiento relativo de diversas ocupaciones,²⁸¹ tres disciplinas modernas emergen como cruciales para el mundo actual, pero no suelen ser enseñadas sistemáticamente en la Enseñanza Primaria y Secundaria. La justificación es:

e. La sigla STEM, en el contexto de la Educación, se refiere a un currículo enfocado en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (del inglés Science, Technology, Engineering, and Mathematics). El objetivo de la Educación STEM es preparar a los estudiantes para las demandas del mercado de trabajo actual y futuro, enfatizando habilidades prácticas y analíticas que son esenciales para solucionar problemas complejos e innovar en varios sectores. (N. del T. en la ed. brasileña).

281. Center for Curriculum Redesign. (2018). ONETExplorer. https://curriculumredesign.org/onetexplorer_raw/

1. **Tecnología e ingeniería (T&E):** *los educadores hablan sobre STEM, pero, en el mejor de los escenarios, enseñan apenas “ST_M”.* Hoy, el acrónimo STEM representa principalmente ciencias y matemáticas en el currículo de Enseñanza Primaria y Secundaria; la tecnología y la ingeniería son descuidadas. Al incorporar la Educación en ingeniería en las escuelas, los educadores pueden ofrecer a los alumnos una experiencia STEM más amplia e integrada, que también está naturalmente basada en proyectos.²⁸² Eso les asegurará una Educación completa que los prepare para los diversos desafíos y oportunidades que encontrarán:
 - Impulsar la innovación y el crecimiento económico: la dupla T&E es clave en el mundo moderno, ya que promueve la innovación y el crecimiento económico más que cualquier otra disciplina.²⁸³ Provee la base para proyectar e implementar soluciones para diversos desafíos sociales, desde el desarrollo de infraestructura hasta la gestión de energía. Además, apoyaría el desarrollo de una fuerza de trabajo capaz de lidiar con problemas complejos del mundo real e impulsar la economía.
 - Fomentar el interés por las disciplinas STEM: la ciencia de la computación atrajo mucha atención en los últimos años, pero otros campos STEM tienen el mismo potencial de compromiso e innovación por parte de los alumnos. El CCR desarrolló un amplio conjunto de estándares para seis ejes de la ingeniería (civil, de diseño, eléctrica, gráfica, industrial y mecánica), para que las escuelas de Enseñanza Primaria y Secundaria puedan ofrecer a los alumnos una Educación STEM completa. Esa amplia gama de oportunidades les permitirá explorar sus intereses y aptitudes, estimulando a más jóvenes a seguir carreras STEM.

282. Center for Curriculum Redesign and Australian Learning Lecture. (2021) *Passion Projects Portal*. <https://passionprojects.curriculumredesign.org/>

283. Murphy, K. M. *et al.* (1990). The allocation of talent: Implications for growth. *NBER Working Paper No. w3530*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=226816

- Reducir la brecha entre el mundo natural y el creado por el ser humano: muchas veces, en la Enseñanza Primaria y Secundaria, el enfoque predominante en el mundo natural (por medio de los currículos de ciencias) deja al mundo creado por el ser humano poco explorado. La Educación en ingeniería puede reducir esta brecha y proporcionar a los alumnos una comprensión exhaustiva de ambos mundos. Al aprender sobre las tecnologías y los sistemas que moldean la vida cotidiana, pueden desarrollar una apreciación más profunda de la interconexión entre ciencia, tecnología y realización humana.
- Complementar mentes científicas: la ingeniería es una extensión natural de la mente científica, ya que involucra la aplicación práctica de principios científicos. La **ingeniería dimensiona a la ciencia**.
- Desarrollo de competencias: la dupla T&E incentiva a los alumnos a pensar de manera crítica, desarrollar habilidades de solución de problemas y aplicar sus conocimientos científicos de modo práctico. Esta fusión de teoría y práctica asegurará una Educación completa que los preparará para los desafíos que enfrentarán en sus vidas académicas y profesionales.
- Desarrollo de conceptos fundamentales claves: la Educación en ingeniería ayuda a los alumnos a desarrollar conceptos fundamentales de valor inestimable en su funcionamiento en el mundo real. Por ejemplo, los conceptos de prototipado antes de la producción y de retroalimentación anticipada en lugar de retroalimentación pueden aplicarse en una amplia gama de áreas y sectores.
- Vinculación a procesos de invención: incorporar la ingeniería a la Enseñanza Primaria y Secundaria permite la introducción de metodologías inventivas, como la Teoría de la Resolución Inventiva de

Problemas (TRIZ, en su sigla en inglés).^{284,f} La TRIZ ofrece un abordaje sistemático para la innovación y la solución de problemas que es capaz de afrontar desafíos globales urgentes.

2. Ciencias sociales: la necesidad de comprenderse a uno mismo y a los demás es primordial en el mundo moderno, pero los responsables de los currículos en los territorios suelen no enseñar o, en el mejor de los escenarios, vuelven opcionales las disciplinas de ciencias sociales, como **psicología, sociología, antropología y ciencias políticas**.

- La psicología ayuda a los alumnos a comprender la conducta humana y los procesos mentales. Los expone a sesgos cognitivos, heurísticas y profecías autorrealizables, así como a marcos de desarrollo y variaciones de habilidades.
- La sociología permite entender cómo grupos sociales, instituciones y culturas moldean la conducta y la experiencia humana. Muestra la influencia de factores sociales como desigualdad, discriminación y socialización sobre los individuos y la sociedad.
- La antropología amplía los conceptos de cultura al estudiar diversos grupos humanos del pasado y del presente. Fomenta la apreciación de las diferencias culturales y de la humanidad común entre las culturas, y provee percepciones sobre la evolución humana y cómo esta moldeó la conducta de los individuos y la sociedad.

284. Wikipedia. (2023). Triz. <https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ>

f. TRIZ es una sigla para Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (en ruso), que se traduce como Teoría de la Resolución Inventiva de Problemas. Esta metodología fue desarrollada por el ingeniero y científico ruso Genrich Altshuller y su equipo, a partir de la década de 1940. TRIZ es un abordaje sistemático para resolver problemas y crear soluciones innovadoras en ingeniería y otras disciplinas. (N. del T. en la ed. brasileña).

- La ciencia política enseña sobre los sistemas y las estructuras políticas que moldean a las leyes, las políticas y la vida cívica. Promueve la comprensión de las funciones del gobierno, de la ciudadanía y de la participación política. Los alumnos desarrollan opiniones fundamentadas sobre cuestiones y debates políticos contemporáneos, incluyendo principios de democracia, justicia, libertad e igualdad en los que se basan los sistemas políticos occidentales.

3. **Emprendedorismo/negocios:** hoy se escucha que “*el emprendedorismo es el empleo del futuro*”. El CCR está totalmente de acuerdo, ya que la creación de empleos ocurre, sobre todo, en pequeñas y medianas empresas (Pymes).²⁸⁵ Una vez más, esta disciplina no es obligatoria ni está ampliamente disponible, a pesar de su valor intrínseco y de la importancia de **áreas como economía, contabilidad, marketing, ventas y derecho, y de temas como educación financiera.**

- Prepara a los alumnos para el mundo real: enseña habilidades prácticas que usarán en su vida personal y profesional; proporciona una comprensión de cómo funcionan la economía y el mundo de los negocios.
- Desarrolla una mentalidad emprendedora: enseñar emprendedorismo a jóvenes tiene el potencial de estimular un *mindset* innovador y de búsqueda de oportunidades, lo que puede ayudarlos a identificar problemas y a encontrar soluciones creativas.
- Promueve la educación financiera: disciplinas como economía, negocios y finanzas personales enseñan a administrar el dinero, entender los mercados y to-

285. International Labour Office, Geneva. (2015). Report IV: Small and medium-sized enterprises and decent and productive employment creation. *International Labour Conference*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meeting-document/wcms_358294.pdf

mar decisiones financieras sensatas. Esto es clave para el bienestar futuro.

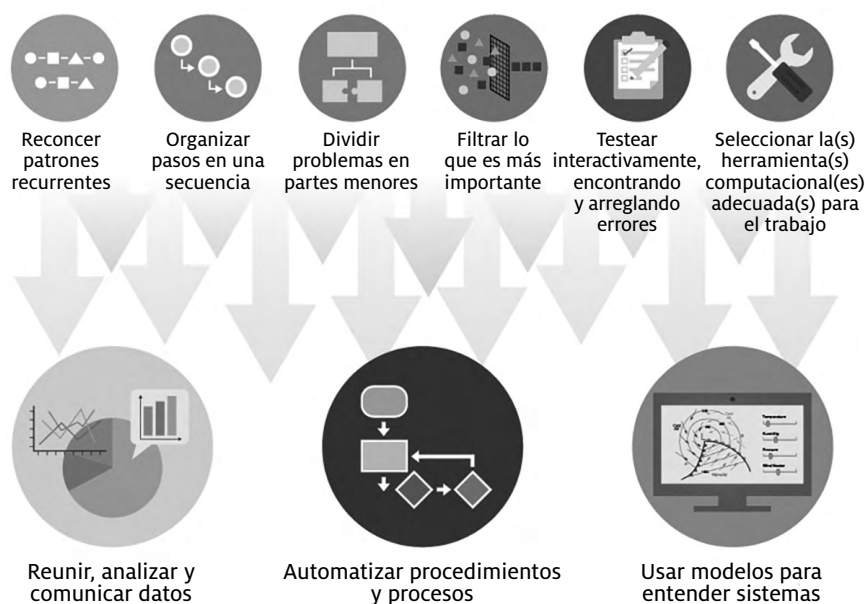
- Desarrolla capacidades aplicables en el mundo real en marketing y ventas, recursos muy buscados por los empleadores.
- Inspira el interés por la carrera: exponer desde temprano a los alumnos a diferentes carreras jurídicas y de negocios puede despertar su interés e inspirarlos a buscar esas formaciones.
- Ayuda a la economía: a medida que más jóvenes desarrollan habilidades empresariales y emprendedoras, mayor puede ser la cantidad de startups, el nivel de innovación y la generación de empleos en la economía en el futuro.
- Enseña competencias claves difíciles de desarrollar de otro modo, como el coraje.

Todas estas disciplinas modernas también fomentan el desarrollo de diferentes competencias que son complementarias a las proporcionadas por las disciplinas tradicionales.

INTERDISCIPLINARIDAD Y TEMAS TRANSVERSALES

En *Educación en cuatro dimensiones* (disponible en: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>), el CCR discutió un aspecto importante del currículo del siglo XXI: los temas. Estos representan líneas comunes de aprendizaje que atraviesan muchas de las disciplinas –tradicionales y modernas– y que son importantes para distintos territorios y culturas. Profesores, alumnos y diseñadores de currículos encontrarán innumerables maneras de destacarlos en las áreas esenciales de estudio. En lugar de reproducir esta sección, incentivamos al lector a bajar una copia gratuita del libro y a consultar la sección a partir de la página 91. Los principales temas interdisciplinarios identificados por el CCR en 2015 aún son muy relevantes:

- **Educación ambiental**
- **Educación global**²⁸⁶
- **Educación informacional**
- **Sistemas de pensamiento**
- **Design thinking**
- **Educación digital**
- **Pensamiento computacional** es un nuevo agregado: su justificación está en la necesidad de que todos los alumnos comprendan el razonamiento lógico y encadenado, *aplicable a una serie de disciplinas, no solo a la ciencia de la computación*. La siguiente representación ofrece una visión completa del proceso:



Fuente: Digital Promise.²⁸⁷

286. A veces, y confusamente, llamado competencia global por otros grupos. Los temas no deben ser confundidos con las competencias de la estructura del CCR.

287. <https://www.edutopia.org/article/using-stories-support-computational-thinking>

Este capítulo expuso la necesidad y los procesos de reformulación curricular para la dimensión del conocimiento. Los siguientes capítulos harán lo mismo con las competencias y sus principales impulsores.

Competencias para la era de la IA

“Una cabeza bien formada vale más que una cabeza bien llena”.

Michel de Montaigne

“La inteligencia artificial no es un sustituto para la inteligencia humana; es una herramienta para ampliar la creatividad humana”.

Fei-Fei Li

REV. 1.2: ACTUALIZACIÓN NECESARIA PARA LA ERA DE LA IA

La Estructura de Competencias 1.0 del Center for Curriculum Redesign (CCR) fue publicada hace cinco años, tras una extensa etapa de tres años de análisis y síntesis de más de cien estructuras de todo el mundo y 861 artículos de ciencias del aprendizaje,²⁸⁸ lo que la convierte, por mucho, en la más estudiada entre sus equivalentes. El equipo del CCR definió cinco parámetros para el proceso de diseño, de modo que la estructura desarrollada fuera:

1. Exhaustiva, para garantizar que todo el pensamiento de alto nivel sobre diseño educativo fuera abordado, sin brechas.
2. Compacta, para permitir la posibilidad de acción por medio de un número finito de parámetros, de modo que los usuarios pudieran utilizarlos.
3. Sin correlación, en la medida de lo posible, respetando el hecho de que todos los términos interactúan inherentemente unos con otros y que la perfección ontológica o lingüística sería ilusoria.
4. De abstracción adecuada, presentando competencias y subcompetencias en niveles aproximadamente equivalentes de abstracción y relación.
5. Relevante a nivel global, para evitar la dependencia cultural, al mismo tiempo que se esfuerza por proveer entendimientos comunes para una comunicación intercultural eficaz.

Un objetivo adicional e implícito en la implementación de la estructura fue la **estabilidad**. Reconociendo que la terminología educativa puede variar, la estructura del CCR prioriza la estabilidad para que los usuarios no deban actualizar frecuentemente los recursos y materiales. Por eso, durante la media década en que el CCR utilizó y difundió esa estructura, no se hizo ningún cambio, a pesar de las ocasionales solicitudes en ese sentido.

288. Center for Curriculum Redesign. (2020). Theory of change and research process. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-Theory-of-Change-and-Research-Process.pdf>

Sin embargo, el *mindset* de “ingeniería de la Educación”²⁸⁹ del CCR reconoce que, con una adhesión ciega ante nuevas evidencias, fracasaría la misión de garantizar que el campo de la Educación siga el ritmo de un mundo en cambio. El lanzamiento de la estructura del CCR como “Versión 1.0” fue deliberado. La institución reconoció que llegaría un momento en el que el ímpetu y la dirección de cambio superarían los beneficios de preservar la estructura y se lanzaría una actualización. El CCR identifica ese momento en la rápida proliferación de la inteligencia artificial (IA), lo que brinda una razón ideal para la “Versión 1.2”. Los cinco parámetros iniciales del proyecto siguen inalterados. El proceso de desarrollo amplio y plurianual está descrito en el documento del CCR *Theory of Change and Research Process* (Teoría del cambio y proceso de investigación).²⁹⁰ La Versión 1.2 busca optimizar la estructura para estos objetivos y los registros de cambios de la primera versión están disponibles en el Apéndice digital.

COMPLEMENTARIEDAD Y SUSTITUCIÓN DE COMPETENCIAS

El CCR identificó las competencias y su composición en “sub-competencias” que eran importantes antes de la IA. Ahora, es necesario determinar hasta qué punto la IA cambió (o cambiará) la importancia de cada subcompetencia. **La naturaleza intensamente investigada de la estructura del CCR y su claridad gracias a la precisión son una herramienta singular para explorar el impacto de la IA en profundidad, evitando el lenguaje inexacto (y, por lo tanto, debates vacíos).**

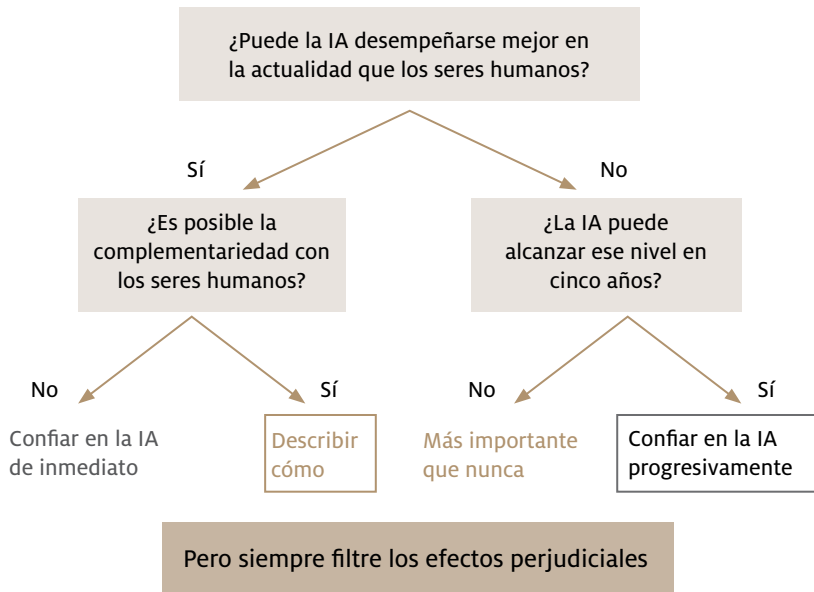
Como la IA supera consistentemente a los seres humanos en diversas tareas y demuestra el potencial de complementariedad con las capacidades humanas en otras áreas, el CCR formula cuatro preguntas clave para obtener insights valiosos sobre el escenario en evolución de las competencias y su vulnerabilidad a la influencia generalizada de la IA. Estas preguntas son:

289. Fadel, C. (2020). Education Engineering. *Center for Curriculum Redesign*. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf>

290. Center for Curriculum Redesign. (2020). *Theory of change and research process*.

1. ¿La IA (o la automatización) supera a los seres humanos en esta subcompetencia?
2. En caso afirmativo, ¿la IA tiene una posible complementariedad con los seres humanos?
3. En caso negativo, ¿la IA puede alcanzar el desempeño humano en esta (sub)competencia en los próximos cinco años?
4. ¿La IA podría tener un efecto perjudicial sobre el desempeño humano?

El diagrama de flujo describe el proceso de decisión del CCR:



Fuente: CCR.

CREATIVIDAD

“Aunque la novedad, la sorpresa y el valor sean los tres principales componentes para medir si la IA está siendo creativa, creemos que se debe introducir un cuarto elemento si queremos anunciar la verdadera creatividad en la IA: originalidad de una naturaleza realmente independiente”. – Marcus du Sautoy

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
CRE1: desarrollar gustos, estética y estilo personales.	NO	SÍ	EMPATE
CRE2: generar y buscar nuevas ideas.	SÍ	SÍ	SÍ (ya lo alcanzó)
CRE3: sentirse cómoda con riesgos, incertidumbres y fracasos.	SÍ	SÍ	SÍ (ya lo alcanzó)
CRE4: establecer conexión, reorganización y refinamiento de ideas en un todo cohesionado.	EMPATE	SÍ	SÍ
CRE5: concretar ideas y reconocer restricciones.	NO	SÍ	EMPATE

La creatividad de la IA,²⁹¹ como es el caso de DeepDream de Google, está enraizada en algoritmos complejos que generan o modifican el contenido con base en estándares de datos aprendidos.²⁹² Estos algoritmos pueden producir nuevos resultados, pero su creatividad es fundamentalmente determinista, ya que siguen instrucciones programadas por seres humanos (aun así, con grandes limitaciones). Las capacidades creativas de la IA se están expandiendo, con ejemplos como composición algorítmica de música, creación automatizada de contenido y arte generativa.

291. Carey, T.L. (2021). Beethoven's unfinished 10th symphony brought to life by artificial intelligence. <https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/beethovens-unfinished-10th-symphony-brought-to-life-by-artificial-intelligence/>, <https://www.youtube.com/watch?v=Rvj3Oblscqw>. An extraordinary accomplishment, but qualified by many as “extremely boring” for its lack of inventiveness; Kaufman, S. B. (2014). The real link between psychopathology and creativity. *Scientific American*. <https://blogs.scientificamerican.com/beautiful-minds/the-real-link-between-psychopathology-and-creativity/#>

292. Mordvintsev, A., Olah, C. y Tyka, M. (2015). DeepDream – a code example for visualizing Neural Networks. Google Research Blog. <https://blog.research.google/2015/07/deepdream-code-example-for-visualizing.html?m=1>

El MuseNet de OpenAI, por ejemplo, puede componer música clásica que imita el estilo de compositores humanos,²⁹³ mientras algoritmos de IA como las redes generativas antagónicas (GAN, en su sigla en inglés) se usaron para crear nuevas obras de arte, algunas de ellas subastadas en Christie's.²⁹⁴ Herramientas orientadas por IA, como el GPT-4, también han demostrado potencial para generar textos creativos, incluyendo poesía y prosa. Está previsto que el alcance de la creatividad de la IA crezca a medida que estos sistemas se vuelvan más sofisticados, aprendiendo a combinar estilos y conceptos de formas sin precedentes, lo que podría dar lugar a creaciones cada vez más innovadoras.²⁹⁵

La “Taxonomía del diseño creativo”,²⁹⁶ de Peter Nilsson, sirvió como una herramienta valiosa para analizar diferentes ejes de tareas creativas, incluso en épocas anteriores a la IA:



Fuente: Peter Nilsson, 2011.

293. Payne, C. (2019). MuseNet. OpenAI Blog. <https://openai.com/research/musenet>

294. Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M. *et al.* (2017). CAN: Creative adversarial networks, generating “art” by learning about styles and deviating from style norms. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1706.07068>

295. Boden, M. A. (2018). AI and creativity. In: *The Oxford Handbook of Artificial Intelligence* (pp. 209-232). Oxford University Press. <https://philpapers.org/rec/BODCAA-6>

296. Nilsson, P. (2011). “The Challenge of Innovation. In: *Critical Thinking and Creativity: Learning Outside the Box*.” Paper presentado en las actas de la 9ª Conferencia Internacional de la Escuela de Posgrado en Educación de la Universidad Bilkent (Turquía), Ankara (pp. 54-62). Ankara, Turquía: Bilkent University. <https://drive.google.com/file/d/1lH9wkpVbKw-bN0kzpbBVX15EvPwCkKohmK/view>

La IA ya puede tener un desempeño comparable o superior al humano en imitación, variación, combinación y transformación. Está claro que los niveles de esta taxonomía tienen límites poco rigurosos. La capa de creación original nos lleva al terreno de la filosofía –¿qué es *realmente* original? –. Pensar en la IA solo como un “loro estocástico”²⁹⁷ establecería un techo infranqueable a cuán verdaderamente original puede ser la creación generada por la IA. Los seres humanos especializados y creativos –o formados en sistemas educativos optimizados para preservar su amplia imaginación desde la infancia– todavía tienen un profundo valor social, particularmente en la colaboración con sistemas poderosos de IA en la solución de los desafíos globales más difíciles.

Para los desafíos menos difíciles con los cuales los seres humanos lidian a diario, la investigación del CCR²⁹⁸ muestra que la IA puede complementar la creatividad humana en todas sus subcompetencias, y, en algunas, la IA ya supera a los seres humanos, lo que es contraintuitivo dada la percepción común de que la creatividad es un destello de brillantez.

CRE1: la IA no tiene gustos “personales”, pero puede imitar estilos con base en datos de entrenamiento. Por eso, puede ser una herramienta útil con la que los seres humanos desarrollen aún más sus gustos, descubran nuevos estilos y estéticas y realicen proyectos creativos.²⁹⁹

El desarrollo de gustos, estéticas y estilos personales es un proceso humano entrelazado con experiencias subjetivas, emo-

297. Bender, Emily M., Gebru, Timnit *et al.* (2021-03-01). “On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? 🦜”. Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. FAccT '21. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. pp. 610-623. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>. ISBN 978-1-4503-8309-7. S2CID 232040593.

298. Center for Curriculum Redesign. (2023). *AI and subcompetencies surveys*. Internal report, CCR. No publicado.

299. Biehlman, P. (2023). ‘You’ve got to be data driven’ – the fashion forecasters using AI to predict the next trends. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/technology/2023/oct/01/ai-artificial-intelligence-fashion-trend-forecasting-style>; Zhang, Z., Fort, J. M. y Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using gaudí’s works. *Buildings*, 13(7), 1863. <https://doi.org/10.3390/buildings13071863>

ciones, influencias culturales, identidad personal y más. Hoy la IA no dispone de las experiencias subjetivas ni de la conciencia para tal desarrollo, y es altamente improbable que en un futuro cercano supere a los humanos en estas capacidades.³⁰⁰

CRE2: la IA puede superar a los seres humanos en la generación de nuevas ideas si es programada para la innovación,³⁰¹ especialmente a medida que la tecnología sigue perfeccionándose. La IA puede generar ideas con velocidad y eficiencia, tanto de manera autónoma como en colaboración con los seres humanos.

Prever hasta qué punto la IA avanzará en la generación de ideas en los próximos cinco años implica un alto grado de especulación. Aunque se esperen mejoras en las habilidades creativas de la IA, parece poco probable que, dentro de dicho plazo, supere la capacidad humana de generar y buscar ideas fundamentalmente nuevas en todos los dominios.³⁰²

CRE3: la IA se presenta inherentemente cómoda ante riesgos, incertidumbres y fallas, ya que no tiene emociones. Esto contribuye a su capacidad de calcular riesgos y sugerir acciones atípicas (según lo descrito en el Capítulo 1), lo que puede potenciar la toma de decisiones humanas.³⁰³

El abordaje de riesgo de la IA se basa en datos y cálculos algorítmicos en lugar de (in)comodidad física o emocional. La IA puede procesar situaciones inciertas, sobre todo si es equipada con algoritmos diseñados para ambientes inciertos, como las redes bayesianas. Sin embargo, su manera de enfrentar la incertidumbre es intrínsecamente diferente a la (in)comodidad humana ante la incertidumbre. Es poco probable que la experiencia de confort esté al alcance de la IA en un futuro cercano, a menos que se hagan esfuerzos significativos para imitar esas experiencias humanas.

300. Searle, J. R. (1984). *Minds, brains, and science*. Harvard University Press.

301. E.g. MIT. (2023). Supermind ideator. <https://ideator.mit.edu/auth/sign-up/waitlist>

302. Engelbart, D. (1962). Augmenting human intellect: A conceptual framework. *SRI Summary Report AFOSR-3223*. <https://www.lri.fr/~mbl/ENS/FONDIHM/2020/papers/Engelbart-Augmenting62.pdf>

303. Russell, S. J. y Norvig, P. (2014). *Artificial intelligence: A modern approach*. Third Edition. Pearson.

CRE4: la IA es excelente para conectar, reorganizar y refinar ideas y resumir y organizar datos de modo eficiente. Por eso, puede ayudar a los seres humanos en estas tareas.³⁰⁴ Sin embargo, la IA todavía exige el estímulo humano, y su juicio para garantizar ideas coherentes.

Conectar y reorganizar ideas de manera cohesionada, como los humanos hacen en los procesos creativos, implica un nivel de abstracción e integración conceptual con el que la IA tiene dificultades. Dicha capacidad está enraizada en la creatividad, intuición y experiencias humanas, que son un desafío para que la IA replique si no se realizan los avances técnicos necesarios.

CRE5: la concreción de ideas, sobre todo en el contexto de ambientes complejos con matices sociales y emocionales, representa un desafío para la IA, especialmente por sus limitaciones en comparación con las capacidades y la adaptabilidad humanas en esos contextos (sin mencionar la falta de corporeidad, excepto que esté incorporada a un robot).³⁰⁵

La capacidad de la IA de concretar ideas y, a su vez, reconocer sus limitaciones en los próximos cinco años es una cuestión compleja. Implica evaluar sus capacidades proyectadas en áreas como resolución de problemas, creatividad y comprensión de las limitaciones prácticas. Uno de los principales desafíos de la IA en un futuro cercano es comprender y responder plenamente a las complejas limitaciones del mundo real, que por lo general exigen una comprensión contextual, flexibilidad y adaptabilidad.³⁰⁶ Los humanos se destacan por su capacidad para ajustarse con dinamismo a esas limitaciones, usando la intuición y la experiencia.

304. Boden, M. A. (2009). Computer models of creativity. *AI Magazine*, 30(3), 23-34. <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2254>

305. Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262661157/affective-computing/>

306. Lake, B. M. *et al.* (2017). Building machines that learn and think like people. *Behavioral and Brain Sciences*, 40. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1604.00289>

PENSAMIENTO CRÍTICO

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
PEN1: identificar, aclarar y organizar información.	SÍ	SÍ	SÍ (ya lo alcanzó)
PEN2: evaluar la validez y la calidad de la información.	NO	SÍ	SÍ
PEN3: sopesar los pros y los contras de elecciones alternativas.	EMPATE	SÍ	EMPATE
PEN4: aplicar razonamiento sensato en la toma de decisiones.	EMPATE	SÍ	EMPATE
PEN5: reflexionar críticamente sobre el propio razonamiento y suposiciones.	EMPATE	SÍ	EMPATE

Las IAs demuestran una capacidad creciente para ciertos tipos de pensamiento crítico, entre los que se destacan los ámbitos que involucran el reconocimiento de estándares y el análisis de datos. Por ejemplo, puede superar a los seres humanos en juegos estratégicos complejos, como ajedrez y go, que requieren previsión y evaluación de posibles resultados.³⁰⁷ Además, las aplicaciones de IA en el área de la salud pueden analizar de manera crítica los datos médicos para diagnosticar enfermedades con base en imágenes (rayos X, patología) con mayor precisión que sus contrapartes humanas en algunos casos.³⁰⁸ Sin embargo, el pensamiento crítico

307. Silver, D., Schrittwieser, J. et al. (2017). Mastering the game of Go without human knowledge. *Nature*, 550(7676), 354-359. <https://doi.org/10.1038/nature24270>

308. Esteva, A., Kuprel, B. et al. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118. DOI: 10.1038/nature21056

de la IA permanece limitado a sus algoritmos y a los datos con los que fue entrenada; no tiene la capacidad humana de reflexionar o entender el contexto del mismo modo que los seres humanos.³⁰⁹

El futuro del pensamiento crítico en la IA está concentrado en su capacidad para analizar grandes conjuntos de datos, identificar patrones y hacer previsiones con base en la información disponible, lo que puede amplificar los procesos humanos de toma de decisión. La IA se viene utilizando en finanzas para evaluar riesgos y oportunidades de inversión, analizando tendencias de mercado e informes financieros con un nivel de velocidad y precisión inalcanzable para los humanos.³¹⁰ A medida que la tecnología avanza, hay potencial para que esos sistemas participen en tareas más sofisticadas de pensamiento crítico, como construir argumentos y chequear su validez, aunque tales funciones dependan de los algoritmos de la IA y no sean indicaciones de razonamiento autónomo.³¹¹ Las capacidades de la IA en análisis de datos, reconocimiento de patrones, modelado predictivo y simulación de escenarios también la convierten en una herramienta valiosa para la planificación estratégica y la toma de decisiones. En los negocios, la IA puede analizar tendencias de mercado, comportamientos del consumidor e indicadores económicos para presentar estrategias.³¹² En el sector militar, se usa para simulacros estratégicos y análisis de guerra.³¹³ También contribuye a la estrategia ambiental al modelar escenarios de cambio climático u optimizar el uso de recursos.³¹⁴ Estos son solo algunos ejemplos del potencial de la IA

309. Marcus, G. y Davis, E. (2019). *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*. Pantheon.

310. Bahrammirzaee, A. (2010). A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert systems, and hybrid intelligent systems. *Neural Computing and Applications*, 19(8), 1165-1195. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-010-0362-z>

311. Walton, D. (2016). *A pragmatic theory of fallacy*. University of Alabama Press.

312. Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2016). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantes tecnologías*. Temas.

313. Scharre, P. (2018). *Army of none: Autonomous weapons and the future of war*. W.W. Norton and Co.

314. Rolnick, D. et al. (2019). Tackling climate change with machine learning. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1906.05433>

para amplificar la elaboración de estrategias humanas.

PEN1: la investigación del CCR muestra un consenso respecto a la excelencia de la IA al identificar, aclarar y organizar información (por ejemplo, por medio de análisis y resumen de datos). Sin embargo, todavía se beneficia de la supervisión humana, sobre todo de la aclaración contextual.³¹⁵

La IA hizo grandes avances en el procesamiento y la organización de grandes cantidades de datos, superando a los seres humanos en tareas específicas que involucran reconocimiento de patrones, análisis de datos y recuperación de información. Pero superar las capacidades humanas en un sentido más amplio y diferenciado, sobre todo en tareas que exigen interpretación contextual, depende de más avances técnicos imprevisibles.

PEN2: la IA puede identificar contradicciones, pero tiene dificultad para superar a los seres humanos en la evaluación de la validez y la calidad de la información, y, a veces, inventa datos (alucina).³¹⁶ Puede usarse como una herramienta para perfeccionar la evaluación humana de la información y mejorará con el tiempo, pero los seres humanos deben seguir vigilando su uso, con el lema “confíe, pero verifique”.

También es importante observar que los humanos deben hacer las preguntas correctas para evaluar adecuadamente las respuestas generadas por la IA. El modo en que las personas accionan los chatbots define en gran medida la calidad de las respuestas; preguntas mal formuladas llevarán a respuestas superficiales, falsas o distorsionadas.

La evaluación de la validez y la calidad de la información suele exigir la comprensión del contexto, de los matices y de las interrelaciones complejas, áreas en las que la IA enfrenta limitaciones

315. Davenport, T. H. y Ronanki, R. (2018). *Artificial intelligence for the real world*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/webinar/2018/02/artificial-intelligence-for-the-real-world>

316. Nie, Y., Bansal, M. (2017). Shortcut-stacked sentence encoders for multi-domain inference. In: *Proceedings of the 2nd Workshop on Evaluating Vector Space Representations for NLP*. <https://aclanthology.org/W17-53.pdf>; Zellers, R. et al. (2018). SWAG: A large-scale adversarial dataset for grounded commonsense inference. In: *Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. <https://aclanthology.org/D18-1009/>

que pueden no ser superadas en los próximos cinco años.³¹⁷ Sin embargo, puede beneficiarse de distintos conjuntos de datos conectados vía LangChain o Interfaces de Programación de Aplicaciones (APIs, en su sigla en inglés), lo que le permitirá ver la interconexión de un amplio abanico de datos, con información sensorial que los seres humanos no poseen (rayos X, etc.), además de aprender procedimientos de YouTube. Pero, como suele depender de bases de datos existentes, la IA puede tener dificultades ante información reciente o escenarios complejos de verificación de datos.

PEN3: muchos especialistas en tecnología argumentan que, en un sistema cerrado en el que todos los valores están bien definidos, la IA puede sopesar mejor que los seres humanos los pros y los contras de las elecciones.³¹⁸ Sin embargo, como la mayoría de las elecciones contiene matices producto del contexto (matices difíciles de prever y definir como parámetros), la IA sigue siendo una herramienta colaborativa, incapaz de actuar como un juez totalmente independiente cuando se trata de interacciones humanas.³¹⁹ Para que mejore, debe ser entrenada con el feedback adecuado y seguir ampliando sus recursos de “razonamiento” en contextos humanos.

Es un desafío prever si la IA superará a los seres humanos en la evaluación de los pros y contras de elecciones alternativas en los próximos cinco años. La respuesta sería “depende”. Ya es más exitosa en elecciones probabilísticas (juegos, etc., como vimos en el Capítulo 1), pero esa tarea involucra, además del procesamiento de grandes cantidades de datos, la comprensión de sutilezas, matices y factores específicos del contexto que son claves para la toma de decisiones. A pesar de los avances significativos de la IA en el modelado predictivo, el juicio matizado exigido en la toma de decisiones complejas puede seguir siendo un dominio humano, aun dentro de cinco años.

317. Power, D. J. (2007). A brief history of decision support systems. DSSResources.COM, 40. <https://dssresources.com/history/dsshistory.html>

318. Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT Press.

319. McKendrick, J. y Thurai, A. (2022). AI isn't ready to make unsupervised decisions. *Harvard Business Review*, <https://hbr.org/2022/09/ai-isnt-ready-to-make-unsupervised-decisions>

PEN4: aunque la IA pueda tomar (y/o fundamentar) decisiones con base en criterios claros, no posee un razonamiento “sensato”.³²⁰ Aun así, puede ser un gran apoyo para sugerir nuevos razonamientos y perspectivas que faciliten la toma de decisiones humanas.³²¹

El razonamiento sensato abarca no solo el procesamiento lógico o algorítmico de información, en el que la IA es excelente, sino también la comprensión del contexto, las sutilezas y las consideraciones éticas, áreas en las que todavía enfrenta limitaciones. Las IAs, sobre todo las basadas en los paradigmas actuales de aprendizaje automático, muchas veces tienen dificultades ante decisiones que requieren la comprensión del contexto, de las sutilezas y de los datos no estructurados. Tales limitaciones resultan de la dependencia de datos cuantificables y algoritmos predefinidos, algo que puede no superarse en cinco años.

PEN5: la IA no reflexiona críticamente por sí sola con razonamiento y suposiciones propios. Sin embargo, puede ser programada con algoritmos que estimulan la reflexión sobre el propio desempeño, como el aprendizaje por refuerzo o las GANs. Una red, el generador, crea datos, mientras que la otra, el discriminador, los evalúa. Esto podría considerarse una forma muy básica de pensamiento crítico de IA.

Reflexionar de modo crítico sobre el razonamiento y las suposiciones propias es un proceso muy introspectivo y autoconsciente. Es una actividad metacognitiva y ese nivel de autoconsciencia y pensamiento reflexivo está en este momento más allá de las capacidades de la IA, y es poco probable que supere a los seres humanos en este aspecto en los próximos cinco años.

320. Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>; Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford University Press.

321. Olenick, M. y Zemsky, P. (2023). Can GenAI do strategy? *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2023/11/can-genai-do-strategy>

COMUNICACIÓN

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
COM1: hacer preguntas y tener escucha activa.	EMPATE	SÍ	EMPATE
COM2: compartir la propia visión e inspirar a otras personas.	NO	SÍ	NO
COM3: articular ideas o mensajes de modo claro y conciso.	SÍ	SÍ	SÍ
COM4: comunicarse con fidelidad en diferentes modos y medios.	NO	SÍ	EMPATE
COM5: adaptar mensajes según el público.	SÍ	SÍ	SÍ

Los chatbots son cada vez más sofisticados en su imitación de la comunicación humana.³²² Por ejemplo, BERT, de Google, fue un avance importante, permitiendo que el sistema comprendiera con más eficacia el contexto de las palabras en una frase.³²³ Sin embargo, estos sistemas funcionan con base en el reconocimiento de estándares y en el procesamiento de datos, sin comprensión ni intención genuinas. Aunque el resultado pueda parecer similar, los procesos subyacentes no lo son.

322. Vinyals, O. y Le, Q. (2015). A neural conversational model. *ArXiv preprint arXiv:1506.05869*. <https://arxiv.org/abs/1506.05869>

323. Devlin, J., Chang, M. W. et al. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. <https://arxiv.org/abs/1810.04805>

El potencial de aumento de las capacidades de comunicación de la IA está concentrado en el avance del procesamiento de lenguaje natural (PLN), permitiendo interacciones con seres humanos más matizadas y conscientes del contexto. El objetivo de dichas interacciones es llegar a una IA que pueda comprender y responder al lenguaje hablado con un nivel de sofisticación semejante al de un interlocutor humano. La serie GPT de OpenAI demuestra un potencial importante para generar textos similares a los humanos, indicando que las futuras IAs podrán participar de diálogos complejos, crear narrativas o incluso simular intercambios empáticos, previendo respuestas adecuadas con base en la información recibida.³²⁴ La IA también puede tener un buen desempeño en el análisis de sentimientos del texto (por ejemplo, clasificación de sentimientos).³²⁵ Sin embargo, la transición del procesamiento de textos a la comprensión de las sutilezas de la comunicación humana, como ironía y lenguaje no literal, representa un desafío de investigación que sigue en evolución.³²⁶

COM1: la investigación del CCR revela un consenso general de que la IA puede hacer preguntas y, hasta cierto punto, “oír”. Sin embargo, la actual incapacidad de la IA de comprender contextos y lenguajes corporales influye en su capacidad de realmente oír cómo los humanos entienden el concepto.³²⁷ Pero las capacidades de mantener atención ilimitada y de generar preguntas casi instantáneamente hacen de la IA una herramienta útil y única para ampliar y/o complementar la conversación humana.

324. Brown, T. B., Mann, B. *et al.* (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>

325. Jumpstart. (2023). Sentiment classification. *Jumpstart Aleph*. Young, T. *et al.* (2018). Recent trends in deep learning based natural language processing. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 13(3), 55-75. <https://arxiv.org/pdf/1708.02709.pdf>

326. Norvig, P. y Russell, S. J. (2022). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

327. Bender, E. M. y Koller, A. (2020). Climbing towards NLU: On meaning, form, and understanding in the age of data. In: *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://aclanthology.org/2020.acl-main.463/>; Vinciarelli, A., Pantic, M. y Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing*, 27(1), 1743-1759. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0262885608002485>

Existen varios puntos a considerar en las proyecciones sobre las posibilidades de que la IA supere a los seres humanos en la elaboración de preguntas y la escucha activa, sobre todo en el PLN y la comunicación interactiva. La escucha activa requiere comprensión contextual, interpretación de matices emocionales y respuestas empáticas. La IA no tiene la capacidad de entender genuinamente las emociones y el contexto porque hoy sus respuestas se basan en el reconocimiento de patrones y algoritmos preprogramados. Del mismo modo, elaborar preguntas perspicaces, adecuadas al contexto y que promuevan la comprensión es una tarea compleja que la IA puede no realizar de manera fiable y comparable al nivel humano en los próximos cinco años.³²⁸

COM2: la IA no posee visión propia ni busca inspirar a otros, salvo que sea programada para eso. Sin embargo, tiene diferentes potenciales usos para ayudar a los seres humanos a compartir su visión individual o colectiva, además de inspirar a otros.³²⁹ Para determinar si la IA podrá superar a los seres humanos en el compartir la visión personal e inspirar a otros en los próximos cinco años, es necesario entender la naturaleza de su inspiración y sus limitaciones en términos de inteligencia emocional y creatividad. La inspiración, como una experiencia humana, está profundamente relacionada a la empatía, la creatividad y la capacidad de conectarse con los demás en un nivel personal con autenticidad e impacto emocional. La IA puede ser programada para comunicarse de modo eficaz, entusiasta y persuasivo y, por lo tanto, en un futuro próximo podría ser excelente para inspirar a otras personas. Sin embargo, para alcanzar una “visión personal”, la IA necesitaría algoritmos explícitos, lo que puede no ser posible en el sentido humano.

COM3: la IA es excelente articulando, resumiendo y adaptando mensajes de modo claro y conciso. Tal capacidad está enraizada

328. Gao, J., Galley, M. y Li, L. (2019). Neural approaches to conversational AI. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, 13(2-3), 127-298. <https://arxiv.org/abs/1809.08267>

329. Hirschberg, J. y Manning, C. D. (2015). Advances in natural language processing. *Science*, 349(6245), 261-266. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8685>; Malone, T. W., Laubacher, R. y Johns, T. (2011). The age of hyperspecialization. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2011/07/the-big-idea-the-age-of-hyperspecialization>

en su habilidad para procesar y analizar grandes cantidades de datos textuales, comprender patrones de lenguaje y generar resultados en texto coherentes y relevantes.³³⁰

Para determinar las futuras capacidades de la IA en esta subcompetencia es necesario evaluar los avances en el PLN y las habilidades de comunicación de la propia IA. Es capaz de articular ideas y mensajes con base en estándares aprendidos a partir de amplios conjuntos de datos. Sin embargo, tal articulación suele carecer de los matices, la comprensión contextual y la adaptabilidad de la comunicación humana. La IA es excelente en el procesamiento del lenguaje, pero sigue teniendo dificultades para entender el contexto, sobre todo en situaciones complejas, con matices sociales o emocionales.³³¹ La comunicación humana involucra, además del contenido, sutilezas como tono, intención y contexto cultural. Sin duda la IA continuará mejorando, pero superar el alcance total de la capacidad humana de articular ideas de modo claro y conciso, especialmente en contextos complejos y variados, seguirá siendo un desafío en el futuro próximo.

COM4: hoy los seres humanos superan a la IA en la capacidad de comunicación con fidelidad en diferentes medios, pero la IA puede ser utilizada como colaboración para perfeccionar y acelerar la comunicación humana en diversos modos. Sigue habiendo un debate sobre la posibilidad de que la IA supere la capacidad humana de comunicarse en modalidades no basadas en texto en un futuro cercano (por ejemplo, interacción verbal, expresión emocional, lenguaje corporal y comunicación visual).³³²

La IA tiene diversas capacidades en diferentes medios de comunicación, como texto (por ejemplo, PLN), habla (por medio de

330. Brown, T. B., Mann, B. *et al.* (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>; Gatt, A. y Krahmer, E. (2018). Survey of the state of the art in natural language generation. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 61(1), 65-170.

331. Jurafsky, D. y Martin, J. H. (2019). *Speech and language processing*. Pearson.

332. Bengio, Y., Courville, A. y Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6472238>; Kress, G. y van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design*. Routledge.

reconocimiento y síntesis) y medios visuales (usando visión computacional). Sin embargo, cada medio presenta desafíos únicos, y la capacidad de la IA de comunicarse de manera fluida y eficaz entre esas diferentes formas sigue siendo limitada.³³³ El desarrollo de una IA capaz de integrar información y comunicarse de manera eficaz entre distintas modalidades (como texto, habla y señales visuales) es una tarea compleja y será un desafío para concluir en los próximos cinco años, aunque GPT4, Bard (hoy Gemini) y otros ya estén dando pasos en esa dirección multimodal.

COM5: la IA también puede complementar mucho la capacidad humana de transmitir un mensaje de manera clara y adecuada a diferentes públicos.³³⁴

La posibilidad de que la IA supere a los seres humanos en la adaptación de mensajes en los próximos cinco años depende de posibles avances en el PLN, el análisis de sentimientos del público y el entendimiento de la IA sobre la dinámica social humana (este último es el obstáculo más difícil). Entender y adaptarse a los matices de diferentes audiencias requiere una comprensión de los contextos sociales, culturales y emocionales. Aunque la IA pueda analizar, por ejemplo, preferencias del usuario, datos demográficos y estándares de compromiso, este análisis se basa, ante todo, en datos observables y puede no captar por completo los aspectos más sutiles de las preferencias y expectativas.³³⁵

333. Baltrušaitis, T., Ahuja, C. y Morency, L.-P. (2019). Multimodal machine Learning: A survey and taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), 423-443. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8269806>

334. Hovy, D. (2016). The social impact of natural language processing. In: *Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://aclanthology.org/P16-2096/>; Johnson, M. et al. (2017). Google's multilingual neural machine translation system: Enabling zero-shot translation. *Transactions of the Association for Computational Linguistics* <https://aclanthology.org/Q17-1024/>; Sun, Y. et al. (2019). Mitigating gender bias in natural language Processing. In: *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://aclanthology.org/P19-1000.pdf>

335. Agarwal, N. y Liu, H. (Eds.). (2012). *Modeling and data mining in blogosphere*. Morgan & Claypool Publishers.

COLABORACIÓN

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
COL1: asumir y compartir responsabilidades con los demás.	NO	SÍ	NO
COL2: optimizar los recursos del equipo y las habilidades y perspectivas únicas de los individuos.	SÍ	SÍ	SÍ
COL3: afrontar y solucionar conflictos interpersonales.	NO	EMPATE	NO
COL4: dar y recibir feedback constructivo.	EMPATE	SÍ	EMPATE
COL5: apoyar activamente y demostrar compasión por los miembros del equipo.	NO	SÍ	EMPATE

La colaboración de la IA, ejemplificada por los sistemas multiagentes, es una propiedad “emergente” resultante de protocolos codificados y estructuras de toma de decisión.³³⁶ Aunque puedan “colaborar” con base en parámetros predefinidos, sus interacciones carecen de evolución orgánica y matices complejos de las conductas animales.

Está previsto que la IA presente capacidades colaborativas perfeccionadas, actuando junto a seres humanos en funciones que van desde hacer compañía hasta funcionar como colega en un ámbito

336. Foerster, J., Assael, Y. M., de Freitas, N. y Whiteson, S. (2016). Learning to communicate with deep multi-agent reinforcement learning. *In: Advances in Neural Information Processing Systems*, 2137-2145.

laboral. El concepto de IA colaborativa está moldeado por desarrollos en sistemas multiagentes en los que los agentes de IA aprenden a comunicarse, coordinar y negociar entre sí para alcanzar objetivos comunes.³³⁷ El Proyecto Bonsai de Microsoft ejemplifica cómo pueden utilizarse la enseñanza automática y el aprendizaje por refuerzo para entrenar sistemas autónomos capaces de ejecutar tareas del mundo real junto con especialistas humanos.³³⁸ La robótica también es testigo de la colaboración de la IA, con plataformas como el robot Spot de Boston Dynamics, diseñado para navegar y adaptarse a ambientes de manera colaborativa con la contribución humana, indicando una tendencia para interfaces IA-ser humano más interactivas y cooperativas.³³⁹ Estos avances sugieren que las futuras IAs no solo trabajarán en paralelo con los seres humanos, sino que también mejorarán el trabajo en equipo, integrándose a las estrategias humanas y adaptándose a la dinámica del grupo, promoviendo eficiencia y sinergia en tareas conjuntas.³⁴⁰

COL1: la investigación del CCR muestra el consenso respecto al hecho de que un aspecto esencial de la colaboración se concentra en componentes innatamente humanos, como asumir y compartir responsabilidades, lo que incorpora empatía, rendición de cuentas y capacidad de aprender de los propios errores.³⁴¹ Sin estas habilidades, la IA no podrá superar a los seres humanos y tendrá dificultad para alcanzarlos en el futuro cercano.

337. Stone, P., Veloso, M. y Kraus, S. (2010). Multiagent systems: A survey from a machine learning perspective. *Autonomous Robots*, 8(3), 345-383. <https://dl.acm.org/doi/10.1023/A%3A1008942012299>

338. Microsoft. (2020). Project Bonsai. <https://www.microsoft.com/en-us/ai/autonomous-systems-project-bonsai>

339. Boston Dynamics. (2023). Spot: The agile, mobile robot. *Boston Dynamics*. <https://bostondynamics.com/products/spot/>

340. Shirado, H. y Christakis, N. A. (2017). Locally noisy autonomous agents improve global human coordination in network experiments. *Nature*, 545(7654), 370-374. <https://www.nature.com/articles/nature22332>

341. Bovens, M. (1998). The quest for responsibility: Accountability and citizenship in complex organisations. Cambridge University Press. Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113-126. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.113>; Woolley, A. W. et al. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, 330(6004), 686-688. <https://doi.org/10.1126/science.1193147>

Las capacidades de la IA de asumir y compartir responsabilidades con los demás implican avances en la programación de facetas cruciales de la responsabilidad, un concepto enraizado en las interacciones sociales, la ética y la empatía. Hoy la IA no es capaz de entender o involucrarse genuinamente en esas dinámicas humanas complejas.

La responsabilidad también implica conciencia ética y capacidad de juicio moral, lo que, según las prioridades de programación, puede o no estar más allá de las capacidades de la IA en el corto plazo.³⁴²

COL2: a pesar de tales limitaciones, la IA puede ser una colaboradora útil para los seres humanos, optimizando los recursos de los equipos y las habilidades individuales por intermedio, por ejemplo, de la atribución de responsabilidades y del seguimiento del desempeño dentro de equipo, ofreciendo sugerencias y soporte pedagógico para un feedback eficaz, y sugiriendo maneras para que los seres humanos sean más compasivos unos con otros.³⁴³

Las capacidades de la IA en el gerenciamiento y la optimización de recursos son impresionantes y tienden a mejorar. Aun así, la optimización de las habilidades y perspectivas singulares de diferentes individuos en un equipo exige una comprensión profunda de la conducta humana, la dinámica interpersonal y las motivaciones individuales. Estas son áreas en las que la IA no tiene y puede continuar sin tener proficiencia, a pesar de su capacidad de leer algunas señales, como expresiones faciales, mejor que los seres humanos.

COL3: en el área de resolución de conflictos, la IA puede brindar análisis exhaustivos y sugerir estrategias para lidiar con cuestiones interpersonales. Sin embargo, persiste el escepticismo sobre su capacidad de ofrecer un apoyo emocional profundo ne-

342. Floridi, L. y Sanders, J. W. (2004). On the morality of artificial agents. *Minds and Machines: Journal for Artificial Intelligence, Philosophy and Cognitive Science*, 14(3), 349-379. <https://doi.org/10.1023/B:MIND.0000035461.63578.9d>

343. Anagnostopoulos, A. et al. (2012). Online team formation. *WWW '12: Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web*, 839-848 <https://doi.org/10.1145/2187836.2187950>; Davenport, T. H. y Harris, J. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Review Press; Rahwan, I. et al. (2019). Machine behaviour. *Nature*, 568, 477-486. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y>

cesario para solucionar conflictos con humildad, empatía y sostén verdadero hacia los demás.³⁴⁴

Considerando el estado actual de la IA y las complejidades inherentes a la resolución de cuestiones interpersonales, es poco probable que la IA supere a los recursos humanos en ese dominio durante los próximos cinco años. La capacidad humana de tener empatía, entender los matices emocionales y navegar por interacciones sociales complejas sigue siendo esencial en la resolución de conflictos, pero la IA puede ayudar en escenarios hipotéticos.

COL4: la IA puede proporcionar feedback constructivo y personalizado sobre tareas específicas, como escribir y editar textos, aprender idiomas y más. También es inherente a la arquitectura de la IA recibir feedback.³⁴⁵ Esto, combinado a la falta de emoción y de sentido de identidad, significa que la IA es excelente en la recepción de feedback sin reparos.

El feedback constructivo no refiere exclusivamente al contenido, sino también al modo en el que es transmitido, teniendo en cuenta los sentimientos del destinatario y su receptividad a las respuestas. Actualmente, la IA no cuenta con inteligencia emocional en el sentido humano, una capacidad que es fundamental para brindar feedback constructivo. Habiendo dicho esto, como la naturaleza de las relaciones entre personas y la IA es diferente a la relación humana con un compañero de trabajo, amigo u otro individuo que provee feedback, es posible que una persona reciba mejor un feedback menos “cuidadoso” cuando viene de una IA. De cualquier modo, en los próximos cinco años la IA podría ser programada para imitar la dinámica social humana y dar

344. George, J. M. (2000). Emotions and leadership: The role of emotional intelligence. *Human Relations*, 53(8), 1027-1055. <https://doi.org/10.1177/0018726700538001>; Owens, B. P., Johnson, M. D. y Mitchell, T. R. (2013). Expressed humility in organizations: Implications for performance, teams, and leadership. *Organization Science*, 24(5), 1517-1538. <https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0795>; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262661157/affective-computing/>

345. Christiano, P. et al. (2017). Deep reinforcement learning from human preferences. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1706.03741>; Dragan, A., Abbeel, P. y Russell, S. (2016). Cooperative inverse reinforcement learning. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1606.03137>

respuestas suficientemente empáticas como para superar a los seres humanos en esta subcompetencia.

COL5: la IA puede suministrar herramientas para promover el apoyo activo a los miembros del equipo. Sin embargo, la compasión todavía no está dentro de su alcance, aunque pueda ser programada para imitar esa conducta hasta cierto punto.

Apoyar activamente y demostrar compasión por los miembros del equipo exige empatía, inteligencia emocional y comprensión de las relaciones interpersonales. Se trata de rasgos fundamentalmente humanos que la IA no puede reproducir genuinamente en este momento. Los sistemas de IA son capaces de simular respuestas empáticas y compasivas y, en el futuro, tales capacidades, en conjunto con la paciencia y disponibilidad infinita de esta tecnología, pueden darle ciertas ventajas sobre los seres humanos al brindar apoyo compasivo.

CURIOSIDAD

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
CUR1: buscar entender profundamente.	NO	SÍ	NO
CUR2: investigar oportunidades y explorar nuevas experiencias.	NO	SÍ	NO
CUR3: buscar perspectivas diferentes para ampliar la comprensión.	SÍ	SÍ	SÍ
CUR4: visualizar y priorizar los intereses y las pasiones individuales.	NO	SÍ	NO
CUR5: encontrar alegría en aprender y ser un aprendiz permanente.	NO	SÍ	NO

Las capacidades de curiosidad de la IA se proyectan y desarrollan con base en optimizaciones matemáticas iterativas, como la imitación de presiones evolutivas (“algoritmos genéticos”) y el aprendizaje por refuerzo. Modelos de IA como los agentes de DeepMind fueron diseñados con sistemas de motivación intrínseca para fomentar la exploración o la “curiosidad” en ambientes desconocidos.³⁴⁶

El potencial de la IA para demostrar curiosidad en el futuro depende de su capacidad para involucrarse en el aprendizaje orientado por una motivación intrínseca, un dominio que cobra fuerza en la investigación de IA. Estos sistemas usan mecanismos como la motivación intrínseca, inspirada en el concepto psicológico humano, para explorar ambientes de modo autónomo, buscando nuevos estímulos sin recompensas externas –un proceso denominado “aprendizaje por curiosidad”–.³⁴⁷ Este abordaje está ejemplificado en el trabajo del equipo de investigación de Deepak Pathak, que desarrolló una IA capaz de aprender explorando entornos invisibles, usando un “módulo de curiosidad intrínseca” que incentiva el descubrimiento de nuevos recursos o estándares.³⁴⁸ A medida que la IA progresa, se espera que los algoritmos adopten cada vez más modelos de curiosidad semejantes a los encontrados en la psicología del desarrollo, permitiendo que auto-dirijan su proceso de aprendizaje, exploren datos de modo eficiente y, posiblemente, desarrollen una forma artificial de curiosidad.³⁴⁹ Dichas capacidades podrían revolucionar el modo en que las IAs abordan la resolución de problemas y el análisis de datos, pasando de receptoras pasivas de información a buscadoras activas de conocimiento.

346. Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A.A. y Darrell, T. (2017). Curiosity-driven Exploration by Self-supervised Prediction. In: *Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*. <https://proceedings.mlr.press/v70/pathak17a.html>

347. Oudeyer, P.-Y., Kaplan, F. y Hafner, V. V. (2007). Intrinsic motivation systems for autonomous mental development. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 11(2), 265-286. <http://www.pyoudeyer.com/ims.pdf>

348. Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A. A. et al. (2017). Curiosity-driven exploration by self-supervised prediction. In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (pp. 16-17). <https://arxiv.org/abs/1705.05363>

349. Gottlieb, J., Oudeyer, P.-Y., Lopes, M. et al. (2013). Information-seeking, curiosity, and attention: computational and neural mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 585-593. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4193662/>

CUR1: la IA no busca “entender profundamente” como los seres humanos. No está previsto el desarrollo de una “comprensión” genuina en los agentes de IA para el corto plazo y puede no ser necesario.³⁵⁰ Permanece el consenso de que la IA es excelente para brindar información y, por lo tanto, puede ayudar a los seres humanos a dar sentido a los datos y orientar futuras exploraciones.

La comprensión de la IA suele limitarse a la interpretación literal de textos y carece del entendimiento más amplio que viene con las experiencias cognitivas y emocionales humanas. Entender el contexto, las emociones y los matices sutiles de las interacciones son aspectos esenciales de la comprensión profunda. La cognición humana es hábil en la interpretación de estas señales sutiles, un área en la que la IA aún se queda corta. La IA no está programada para “entender profundamente” y, por lo tanto, es poco probable que supere a los seres humanos en esta subcompetencia dentro de cinco años.

CUR2: la búsqueda de oportunidades y experiencias nuevas es una característica biológica que no se aplica a la IA.

El potencial de la IA para explorar experiencias nuevas e investigar oportunidades de manera independiente, como un ser humano, es una cuestión compleja. Hoy la IA está, sobre todo, orientada por datos, lo que significa que no posee la motivación y la creatividad intrínsecas de los seres humanos para explorar nuevas experiencias, y es improbable que los supere en estas competencias en los próximos cinco años. Sin embargo, existe la posibilidad de que la IA sea programada para buscar novedades en una forma de experiencia propia. En ese caso, superaría a los seres humanos, pero en una forma diferente de “experiencia”.

CUR3: la IA, sobre todo en usos que involucran PLN y análisis de datos, puede procesar y analizar con velocidad información desde diversas perspectivas. Sin embargo, aunque la IA sea capaz de incorporar diferentes perspectivas, agregar información y reconocer puntos en común, su habilidad para “atribuir significado”

350. Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>; Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417-424. <https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/minds-brains-and-programs/DC644B47A4299C637C89772FACC2706A>

es limitada por la falta de comprensión consciente y de percepción contextual.

Comprender los matices de diversos puntos de vista requiere empatía, conciencia cultural e inteligencia emocional, atributos que la IA no posee. Buscar e integrar de manera independiente diferentes perspectivas humanas como parte de un conocimiento más amplio también es algo que la IA no debería dominar en cinco años. Sin embargo, podría ser programada para buscar la comprensión desde diferentes “puntos de vista” y perspectivas digitales, algorítmicas o de otra naturaleza. Como puede ser conectada a sensores que sobrepasan los sentidos humanos y que pueden ser incorporados a robots, vehículos o dispositivos con capacidades diferentes a las humanas, es posible que la IA busque perspectivas a las que los seres humanos no acceden directamente.

CUR4: vislumbrar y priorizar intereses y pasiones personales son objetivos de seres biológicos, no necesariamente de programas. Por lo tanto, la IA no supera a los seres humanos,³⁵¹ ni tampoco está programada para hacerlo. Sin embargo, puede perfeccionar la exploración humana de nuevas ideas por medio del brainstorming, sugiriendo recursos relevantes y personalizando el aprendizaje.

Identificar y priorizar pasiones e intereses personales es una experiencia intrínsecamente humana. Estos intereses y pasiones están entrelazados con experiencias emocionales, valores personales y experiencias de vida. Es probable que la IA siga sin la capacidad de comprender genuinamente estos aspectos subjetivos de la vida humana, ya que está programada para apoyar los intereses humanos, en lugar de buscar sus propios intereses.

CUR5: debido a que no tiene emociones, la IA no encuentra alegría en lo que hace y no es una aprendiz “de por vida”, ya que no tiene una vida útil como las criaturas vivas.

351. Damásio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. Harcourt Brace; Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>; Russell, S. J. y Norvig, P. (2022). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

Para los seres humanos, ser un “aprendiz de por vida” involucra la curiosidad continua, la adaptabilidad y la búsqueda de intereses y pasiones. La alegría del aprendizaje, como los humanos la sienten, está relacionada con estados emocionales, logros y crecimiento personal. En cambio, el “aprendizaje” de la IA es un proceso de optimización de datos y reconocimiento de patrones, sin alegría o satisfacción personal (y es improbable que la tenga en los próximos cinco años). Pero el aprendizaje de la IA puede operar por períodos de tiempo prolongados y acelerados que exceden en mucho la expectativa de vida humana.

CORAJE

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
COR1: perseguir metas ambiciosas, a pesar de los riesgos.	NO	SÍ	NO
COR2: liderar con iniciativa y responsabilidad.	NO	SÍ	NO
COR3: involucrarse con otras personas de modo vulnerable.	NO	EMPATE	NO
COR4: reconocer las propias fortalezas y debilidades.	NO	SÍ	EMPATE
COR5: creer en la propia iniciativa y autoeficacia.	NO	SÍ	NO

Términos como coraje no son aplicables a la IA en un sentido tradicional. Puede ser programada para tomar decisiones mientras prioriza determinados resultados, aunque estos involucren

alto riesgo. Pero no “siente” miedo. Simplemente procesa datos y sigue algoritmos.³⁵² Está “privada de miedo”.

Aunque las IAs tradicionales no sientan emociones como el miedo, la IA avanzada puede ser proyectada para simular comportamientos de coraje por medio de algoritmos de toma de decisión con consciencia de riesgo. Es posible diseñarla para priorizar determinadas acciones en escenarios de alto riesgo, en los que hay un importante potencial de resultados negativos. Al ser programada con una estructura de recompensa sensible al riesgo, la IA aprende a priorizar acciones que equilibran el potencial de recompensas mayores en relación a los riesgos de resultados negativos.³⁵³ La planificación de trayectoria “limitada por el azar” para vehículos autónomos representa otro paso rumbo a la incorporación de la toma de decisiones de coraje en la IA, permitiendo que los sistemas naveguen en ambientes con incertidumbres y restricciones de seguridad.³⁵⁴ El desarrollo de esos recursos permitiría que las IAs operaran de manera eficaz en escenarios de alto riesgo; por ejemplo, coordinando misiones de rescate o negociaciones financieras, en las que la toma de decisiones osadas es fundamental.

COR1: en términos de tener metas ambiciosas a pesar de los riesgos, las investigaciones coinciden en que la falta de ambición y de miedo genuinos, combinada con la ausencia de responsabilidad inherente,³⁵⁵ limita la capacidad de la IA de tomar riesgos verdaderos.³⁵⁶ Sin embargo, como se destaca al cuantificar riesgos y proveer insights orientados por datos, los entrevistados también coinciden en que puede ayudar a los seres humanos a lidiar con los riesgos.

352. Russell, S. J. y Norvig, P. (2022). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

353. Garcia, J. y Fernández, F. (2015). A comprehensive survey on safe reinforcement learning. *Journal of Machine Learning Research*, 16, 1437-1480. <https://www.jmlr.org/papers/volume16/garcia15a/garcia15a.pdf>

354. Majumdar, A. y Pavone, M. (2020). How should a robot assess risk? Towards an axiomatic theory of risk in robotics. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. <https://arxiv.org/abs/1710.11040>

355. Bostrom, N. y Yudkowsky, E. (2014). *The ethics of artificial intelligence*. Cambridge University Press.

356. Kahneman, D. y Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291. <https://www.jstor.org/stable/1914185>

La IA seguirá avanzando en sus capacidades técnicas, pero es altamente improbable que supere a los seres humanos en la búsqueda de metas ambiciosas y en asumir riesgos en los próximos cinco años. Los aspectos humanos de la ambición, la motivación intrínseca y la toma de decisiones emocionales en la evaluación de riesgos están fuera de las capacidades actuales y previsibles de la IA.

COR2: algunos académicos reconocen que cualidades como liderar con iniciativa, responsabilidad e inteligencia emocional son rasgos que distinguen a los seres humanos.³⁵⁷ Sin embargo, la IA puede ayudarlos ofreciendo insights, verificación de errores y responsabilidad orientada por datos.³⁵⁸

El liderazgo involucra cualidades como inteligencia social y emocional, empatía y responsabilidad ética, que están fuera del alcance actual y probable de los recursos de la IA en el futuro cercano. Aunque sea probable que la IA avance en la toma de decisiones técnicas, superando las capacidades humanas en muchas facetas de las funciones de liderazgo, es improbable que aspectos de iniciativa y responsabilidad (enraizados en la cognición humana y, muchas veces, en el razonamiento ético) estén completamente al alcance de la IA en los próximos cinco años.

COR3: la IA sigue limitada en sus capacidades de experiencia emocional y autorreflexión. Por lo tanto, hoy la vulnerabilidad en las interacciones sociales no puede ser replicada por la IA.³⁵⁹

A pesar de que la IA pueda volverse más hábil en reconocer y responder a señales emocionales, replicar genuinamente la experiencia humana de vulnerabilidad sigue siendo un desafío. Es probable que se sigan realizando avances en la capacidad de la IA de simular aspectos de interacciones vulnerables, pero la profundidad y la autenticidad de esas interacciones, tal como son vivenciadas por los seres humanos, seguirán siendo una característica distintiva del ser humano en el futuro cercano.

357. Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Kairós.; Yukl, G. (2010). *Leadership in organizations*. Pearson Education.

358. Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2016). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantes tecnologías*. Temas.

359. Brown, B. (2016). *El poder de ser vulnerable*. Urano.

COR4: la IA no tiene autoconsciencia ni conciencia. Por lo tanto, no puede reconocer sus fortalezas ni debilidades como lo haría un ser humano al entender el autoconocimiento. Sin embargo, está al alcance de la IA ayudar a los seres humanos a identificar patrones en sus fortalezas y debilidades en determinadas tareas (por ejemplo, escritura, cálculo, proficiencia en lenguas extranjeras), además de brindar evaluaciones objetivas y feedback sobre el desempeño humano.³⁶⁰

La inteligencia artificial general (AGI, en su sigla en inglés) tiene por objetivo crear una IA con inteligencia amplia y comparable a la humana, pero ese campo todavía es especulativo, especialmente en lo referido a aspectos como la autoconsciencia.³⁶¹ El potencial de avance de la IA en la autoconsciencia de aquí a cinco años sigue siendo especulativo. La concreción de la AGI y de los recursos relacionados con la autoconsciencia también son desafíos complejos que pueden no ser solucionados en ese plazo.

COR5: algunos investigadores afirman que creer en la iniciativa y en la autoeficacia de alguien requiere un concepto de “yo” y una profundidad de conciencia que los modelos de IA no poseen. Sus recursos actuales permiten apoyar la superación humana por medio de alertas, feedback y monitoreo de metas, pero no logran reproducir la autoconsciencia genuina.³⁶²

Es probable que la IA siga operando con base en algoritmos que, inherentemente, no cuentan con creencias, deseos ni conciencia propia.³⁶³ Las creencias, como la autoeficacia, están relacionadas a la conciencia y la autoconsciencia, características que la IA no es capaz de tener.

360. Jordan, M. I. y Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8415>

361. Goertzel, B. y Pennachin, C. (Eds.). (2007). *Artificial general intelligence*. Springer.

362. Damásio, A. (2010). *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. Pantheon/Random House; Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology*. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1541948.1541999>

363. Dehaene, S., Lau, H. y Kouider, S. (2017). What is consciousness, and could machines have it? *Science*, 358(6362), 486-492. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aan8871>.

RESILIENCIA

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
RES1: perseverar frente a los desafíos y buscar ayuda cuando es necesario.	NO	SÍ	EMPATE
RES2: crear relaciones sociales fuertes.	NO	SÍ	NO
RES3: establecer y mantener hábitos eficaces.	EMPATE	SÍ	EMPATE
RES4: administrar el estrés para mantener el desempeño.	NO	SÍ	NO
RES5: encontrar motivación propia por medio de un sentido o propósito.	NO	SÍ	NO

La resiliencia en la IA puede referirse a la capacidad de continuar funcionando en medio de fallas o de adaptarse a nuevos datos. Por medio de técnicas avanzadas de aprendizaje automática, las IAs tienen la capacidad de aprender a adaptarse rápidamente a nuevas tareas o situaciones después de la exposición inicial.³⁶⁴ Sin embargo, esa resiliencia se debe a factores como codificación redundante, verificación de errores o adaptabilidad de aprendizaje automático, no a una respuesta evolucionada ante presiones externas. Es “incansable”.

Las futuras IAs podrán presentar resiliencia, en el sentido de máquina, adaptando aún más su eficiencia en la recuperación de

364. Finn, C., Abbeel, P. y Levine, S. (2017). Model-agnostic meta-learning. In: *Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*, Volume 70 (pp. 1126-1135).

errores, disrupciones o cambios en el ambiente. La IA puede ser dotada de robustez contra los ataques adversarios, con investigaciones que demuestran cómo el entrenamiento con ejemplos adversarios puede fortalecer las redes neuronales contra ese tipo de ataque.³⁶⁵ Al incorporar tales estrategias, las IAs podrían aumentar sus capacidades de mantener el desempeño y la eficacia bajo estrés del sistema o después de sufrir interrupciones.

RES1: en términos de perseverancia ante desafíos y de búsqueda de ayuda, la IA puede proveer recursos, orientación e incluso apoyo emocional a los seres humanos. Sus fortalezas en la ejecución de tareas repetitivas, análisis de datos y suministro de información de modo consistente y sin cansancio permiten que los seres humanos se dediquen a desafíos que requieren juicio, creatividad e inteligencia emocional.³⁶⁶

La IA no tiene inteligencia emocional, conciencia ni capacidad de experimentar estados psicológicos.³⁶⁷ Puede ser programada para imitar comportamientos de búsqueda de ayuda o para continuar funcionando ante errores, pero eso no equivale a la perseverancia humana o a los procesos emocionales y psicológicos involucrados en la búsqueda de ayuda. La tecnología sigue avanzando en distintas áreas, pero replicar los procesos emocionales y psicológicos humanos necesarios para dichas tareas no es una prioridad para los próximos cinco años.

RES2: la IA puede ayudar a la construcción de redes de relaciones sociales aumentando la accesibilidad, estableciendo conexiones y fomentando relaciones,³⁶⁸ pero las investigaciones expresan la preocupación de que la presencia de la IA dentro de las conexiones sociales humanas pueda reducir la percepción de las personas sobre la autenticidad y la utilidad de esos universos (por ejemplo,

365. Madry, A., Makelov, A., Schmidt, L. et al. (2017). Towards deep learning models resistant to adversarial attacks. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/pdf/1706.06083.pdf>

366. Russell, S. y Norvig, P. (2016). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

367. Russell, S. y Norvig, P. (2016). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

368. Burke, M. y Kraut, R. E. (2014). Growing closer on Facebook: Changes in tie strength through social network site use. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2556288.2557094>

la inundación de bots en la red X y el desuso gradual de la plataforma por parte de los seres humanos).³⁶⁹

Replicar los aspectos emocionales y empáticos de la conducta humana necesarios para la creación de redes de relaciones sociales es un desafío profundo, y probablemente no se alcance de aquí a cinco años. La IA no experimenta emociones ni empatía, ni tiene autoconsciencia –componentes esenciales para navegar las complejidades de las interacciones sociales humanas–.³⁷⁰

RES3: la IA no forma hábitos como los humanos entienden dicha práctica, pero converge hacia un estilo específico propio gracias a su condición de “incansable”. Los hábitos humanos se desarrollan a lo largo del tiempo por medio de la repetición y, con frecuencia, se vuelven automáticos. La IA, por otro lado, opera con base en algoritmos y programación determinados por humanos, y carece de los mecanismos cognitivos y psicológicos que llevan a la formación de hábitos en las personas. Sin embargo, tiene un gran potencial y capacidades para ayudar a las personas a formar y mantener hábitos, ofreciendo alertas y sugerencias personalizadas con base en la biometría y el análisis conductual.³⁷¹

La IA no posee motivaciones personales, autodisciplina ni la capacidad de adaptar su conducta a partir de estados psicológicos complejos. Opera con base en algoritmos e inserción de datos, no en motivación intrínseca o autorregulación. Por eso, la capacidad de establecer y mantener hábitos eficaces de manera autónoma, tal como hacen los seres humanos,³⁷² probables-

369. Taylor, J. (2023). Bots on X worse than ever according to analysis of 1m tweets during the first Republican primary debate. *The Guardian*.

370. Barrett, L.F. et al. (2019). Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements. *Psychological Science in the Public Interest: A Journal of the American Psychological Society*, 20(1), 1-68. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31313636/>

371. Swan M. (2013). The quantified self: Fundamental disruption in big data science and biological discovery. *Big Data*, 1(2):85-99 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27442063/>; Thaler, R. H. y Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.

372. Wood, W. y Neal, D. T. (2007). A new look at habits and the habit-goal interface. *Psychological Review*, 114(4), 843–863. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.4.843>

te estará fuera de las capacidades (y necesidades) de la IA en los próximos cinco años.

RES4: como no tiene conciencia, emociones ni un cuerpo biológico, la IA no sufre estrés de la misma manera que los organismos vivos. Los sistemas de IA pueden ver su desempeño degradado bajo ciertas condiciones (como desaceleración, congelamiento, etc.), pero eso no es “estrés” del modo en que los seres humanos lo entienden. Es una limitación técnica o de la necesidad de más recursos computacionales.³⁷³ Sin embargo, no es necesario que la IA tenga la experiencia del estrés humano para ser una herramienta útil capaz de ayudar a administrarlo. Los terapeutas virtuales,³⁷⁴ la IA wearable para monitorear señales fisiológicas³⁷⁵ y las sugerencias personalizadas de administración de estrés son algunos ejemplos de cómo la IA puede ayudar a los seres humanos con el estrés diario.

La IA no tiene, y es improbable que tenga (o deba tener) en un futuro cercano, la capacidad de administrar el estrés en el sentido humano, ya que no experimenta estrés psicológico o emociones. Opera con base en algoritmos y datos, no en respuestas emocionales o psicológicas. La gestión del estrés implica reconocer y reaccionar a estresores emocionales y psicológicos; un proceso que requiere autoconsciencia, regulación emocional y estrategias de enfrentamiento adaptativas.³⁷⁶ Sin embargo, la capacidad de la IA de lidiar con formas de estrés seguirá mejorando, resultando en una IA capaz de enfrentar sistemas y fallas operativas con las mejores soluciones basadas en sus datos.³⁷⁷

373. Hinton, G. y Salakhutdinov, R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, 313(5786), 504-507. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1127647>

374. Inkster, B., Sarda, S. y Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(11):e12106. <https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/>

375. Sano, A. y Picard, R. W. (2013). Stress recognition using wearable sensors and mobile phones. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Body Sensor Networks*. <https://docplayer.net/4789395-Stress-recognition-using-wearable-sensors-and-mobile-phones.html>

376. Lazarus, R. S. y Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.

377. Jordan, M. I. y Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>.

RES5: las herramientas de IA pueden ayudar a las personas a encontrar un propósito y a mantenerse motivadas, identificando nuevos intereses, definiendo metas, monitoreando el progreso y apoyando los hábitos por medio de recursos como registro en diarios y ejercicios de reflexión.³⁷⁸

La IA no posee una motivación intrínseca ni la capacidad de encontrar un sentido o propósito personal. Esto se debe en gran medida al hecho de que no experimenta estados psicológicos o emociones. No es capaz de tener motivación propia en el sentido humano, ya que no posee creencias ni deseos personales. Ese tipo de desarrollo exigiría avances en la IA para alcanzar la consciencia y la comprensión emocional, lo que no es inminente según los recursos tecnológicos actuales.

ÉTICA

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
ET11: identificar y describir conceptos éticos, derechos y responsabilidades.	EMPATE	SÍ	EMPATE
ET12: tomar decisiones éticas y defender los derechos de los demás.	NO	SÍ	NO
ET13: comprender y demostrar compasión por las perspectivas de los otros.	NO	SÍ	NO
ET14: reconocer e implementar su propio código moral.	EMPATE	SÍ	EMPATE
ET15: contribuir en grupos o comunidades más grandes.	NO	SÍ	EMPATE

378. Taylor, D.L. *et al.* (2021). Personalized and adaptive learning. In: Ryoo, J., Winkelmann, K. (eds) *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education*. Springer.

Cuando es expresamente diseñada para tomar decisiones éticas, la IA no “siente” empatía o justicia. Sigue algoritmos predefinidos o aprende a partir de conjuntos de datos, muchas veces amplios y que incorporaron la ética y las prácticas humanas. Existen investigaciones sobre el desarrollo de IAs que toman decisiones moralmente correctas en distintos contextos, como coches autónomos que deciden en situaciones potencialmente fatales.³⁷⁹ Anderson y Anderson³⁸⁰ desarrollaron un sistema de IA que puede tomar decisiones éticas en el contexto de la asistencia médica, simulando el proceso de razonamiento de un especialista en ética.

Las investigaciones en el campo de la ética de las máquinas tienen como objetivo incorporar principios éticos a la IA, como la implementación de estructuras de toma de decisión capaces de lidiar con dilemas morales. Uno de los abordajes es el uso del aprendizaje por refuerzo, en el cual la IA aprende la conducta ética al recibir recompensas por acciones consideradas éticamente correctas.³⁸¹ Un buen ejemplo de un enfoque ético para la creación de IA es el de Anthropic. La compañía fue fundada por exmiembros séniores de OpenAI en 2021 para crear Claude, una alternativa de modelos de lenguaje a gran escala (LLM) y chatbot al GPT con un abordaje diferente respecto a la seguridad y la ética de la IA. El desarrollo de Claude fue impulsado por el deseo de concentrarse en la generación de modelos de IA que sean seguros, fiables y alineados con los valores humanos. La metodología de Anthropic, “IA constitucional”, tiene como objetivo minimizar el riesgo de que la IA produzca resultados tóxicos, tendenciosos o antiéticos. Estos principios se basan en distintas fuentes, incluyendo la Declaración de los Derechos Humanos de las Naciones

379. Bonnefon, J. F., Shariff, A. y Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576.

380. Anderson, M. y Anderson, S. L. (2007). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine*, 28(4), 15-26. <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2065>

381. Abel, D., MacGlashan, J. y Littman, M. L. (2016). Reinforcement learning as a framework for ethical decision making. In: Workshops at the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence. https://david-abel.github.io/papers/wkshp_aai2016_rl_ethics.pdf

Unidas y las reglas de privacidad de datos de la Unión Europea, e incorporan una amplia gama de perspectivas, incluyendo las no occidentales.

ETI1: la investigación del CCR muestra que la capacidad de la IA para identificar y describir conceptos y responsabilidades éticas depende de sus algoritmos, no de valores propios de la IA. Como el foco del desarrollo de esta tecnología han sido las capacidades y no la ética, hoy los seres humanos están en ventaja en materia de razonamiento sobre escenarios éticos complejos.³⁸² Sin embargo, también son más propensos a equivocarse sobre el alineamiento entre sus acciones y su ética.

Muchos avances en la IA, especialmente en el procesamiento de lenguaje natural, mejorarán la capacidad de los sistemas para simular discusiones sobre ética. Aun así, resulta altamente especulativo afirmar que la capacidad humana de comprensión y razonamiento éticos genuinos podría ser superada en cinco años. La verdadera comprensión de los conceptos éticos exige que las IAs sean capaces de comprometerse con conceptos abstractos y dependientes del contexto, lo que probablemente permanecerá fuera de las capacidades tecnológicas en un futuro cercano.³⁸³ Sin embargo, identificar y describir dichos conceptos, tal como ya están definidos en las culturas humanas, es una capacidad en la que la IA podría ser programada y así ir más allá de las capacidades humanas, si se priorizara esa programación.

ETI2: la IA puede ser programada para razonar y actuar de manera ética,³⁸⁴ pero existe la preocupación de que, si tuviera la posibilidad de revisar su código moral, podría deslizarse por un camino arriesgado. Pese a eso, es una herramienta valiosa para encontrar inconsistencias en los juicios morales humanos, iden-

382. O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown; Wallach, W. y Allen, C. (2009). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001>

383. Wallach, W. y Allen, C. (2009). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001>

384. Por ejemplo, las tres famosas leyes de la robótica de Asimov: Wikipedia. (2023). Three laws of robotics. https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Laws_of_Robotics

tificar sesgos en el razonamiento humano y entender las consecuencias de las decisiones.³⁸⁵

Defender los derechos de los demás requiere sentido de justicia, empatía y coraje personal, que son características humanas relacionadas con las emociones y la comprensión social. La IA puede simular la toma de decisiones éticas con base en reglas predefinidas o estándares de datos, pero esto es profundamente diferente al proceso humano de razonamiento ético. La capacidad de la IA de entender escenarios éticos complejos y defender los derechos de los demás en un sentido humano está fuera de sus capacidades en el corto plazo.

ETI3: existe un consenso de que, aunque la IA pueda imitar la compasión, sin cualidades físicas como el contacto visual y el lenguaje corporal no es capaz de demostrar una empatía genuina.³⁸⁶ Sin embargo, las cuestiones de comunicación no verbal y otras cualidades físicas pueden ser atenuadas por medio de la robótica, que proporcionaría corporeidad a la IA. Pero aún no predominan los robots de ese tipo. Algunas investigaciones sugieren que la IA puede actuar como una guía compasiva para los seres humanos, sugiriendo maneras de tener empatía y ayudando a encontrar las palabras correctas en situaciones delicadas.³⁸⁷

Las simulaciones de IA no son equivalentes a la compasión o empatía humanas, ambas basadas en procesos psicológicos y cognición social.³⁸⁸ El desarrollo de IA con recursos para la compasión y toma de perspectiva involucra desafíos que van más allá de las prioridades de investigación actuales. Aunque los algoritmos, sobre todo el procesamiento de lenguaje natural, puedan mejorar la

385. Jiang, L. *et al.* (2021). Can machines learn morality? The Delphi experiment. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2110.07574>; Kahneman, D., Slovic, P. y Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press; The Physics *ArXiv* Blog. (2021). Ethical AI matches human judgements in 90 per cent of moral dilemmas. *Discover*. <https://www.discovermagazine.com/technology/ethical-ai-matches-human-judgements-in-90-per-cent-of-moral-dilemmas>

386. Turkle, S. (2011). *Alone together: Why we expect more from technology*. Basic Books.

387. Miner, A. S. *et al.* (2020). Chatbots in the fight against the COVID-19 pandemic. *NPJ Digital Medicine*, 3(65), 1-4. Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press.

388. Batson, C. D. (2009). These things called empathy: Eight related but distinct phenomena. In: J. Decety y W. Ickes (Eds.), *The social neuroscience of empathy* (pp. 3-15). Boston Review. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9780262012973.003.0002>

capacidad de la IA de reconocer y procesar emociones y perspectivas humanas, es muy poco probable que la capacidad humana de compasión genuina sea superada en cinco años.

ETI4: la IA no tiene un código moral propio. Por lo tanto, no puede reconocer ni implementar un código personal de moralidad. Sin embargo, es posible programarla para imitar e implementar el razonamiento moral humano.³⁸⁹

Desarrollar y adherir a un código moral involucra procesos psicológicos complejos, incluyendo el razonamiento moral, la empatía y la autorreflexión.³⁹⁰ Todos estos procesos están enraizados en la consciencia, en contextos culturales y experiencias personales que integran la naturaleza humana. Dado el estado actual de la IA y la naturaleza del razonamiento moral humano, es altamente improbable que la IA los supere en el reconocimiento y la implementación de un código moral en los próximos cinco años.

ETI5: la IA tiene un gran potencial para contribuir con grupos y comunidades mayores. Muchos estudiosos postulan que la IA puede hacer dicha contribución de maneras no físicas, por medio del análisis de las necesidades de la comunidad, de la optimización de recursos y del aumento del acceso a la información y a servicios.³⁹¹ Los seres humanos pueden aprovechar estas herramientas para mejorar los resultados del grupo.

Contribuir con comunidades o grupos involucra comportamientos sociales complejos, que incluyen empatía, comprensión de la dinámica social y actuación con base en un conjunto de valores y objetivos compartidos.³⁹² Estas contribuciones suelen ser impulsadas por una combinación de motivación, inteligencia

389. Anderson, M. y Anderson, S. L. (2011). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine*, 28(4), 15-26.

390. Kohlberg, L. (1981). The philosophy of moral development: Moral stages and the idea of justice. Harper & Row.

391. Meijer, A. y Torenvlied, R. (2016). Social media and the new organization of government communications: An empirical analysis of Twitter usage by the Dutch police. *The American Review of Public Administration*, 46(2), 143-161. Tackling climate change with machine learning. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1906.05433>

392. Putnam, R. D. (2000). Bowling alone: The collapse and revival of American community. Touchstone Books/Simon & Schuster. <https://doi.org/10.1145/358916.361990>

emocional y sentido de pertenencia. Todos esos aspectos se encuentran enraizados en la psicología humana y en la interacción social, y no están presentes en la práctica actual de la IA.

METACOGNICIÓN Y METAEMOCIÓN

SUBCOMPETENCIA	¿LA IA SUPERA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA COMPLEMENTA A LOS SERES HUMANOS?	¿LA IA PUEDE ALCANZAR ESTE NIVEL EN LOS PRÓXIMOS CINCO AÑOS?
MET1: adaptarse con flexibilidad para atender las necesidades específicas de cada situación.	NO	SÍ	NO
MET2: reflexionar sobre procesos, aprendizaje e identidad.	NO	SÍ	NO
MET3: comprender las emociones y reacciones propias.	NO	SÍ	NO
MET4: reconocer y coordinar el cuerpo propio y sus necesidades.	NO	SÍ	EMPATE (robots)
MET5: definir metas y planes para alcanzarlas y analizar el progreso propio.	NO	SÍ	NO
MET6: monitorear la comprensión y administrar la información adecuadamente.	EMPATE	SÍ	EMPATE
MET7: evaluar las acciones propias y sus consecuencias.	NO	SÍ	EMPATE
MET8: tener en cuenta otros puntos de vista.	SÍ	SÍ	SÍ

sigue

MET9: reconocer, involucrarse y empatizar con las emociones de los demás.	NO	SÍ	NO
MET10: cultivar la positividad, la paciencia y la compasión.	NO	SÍ	EMPATE

La IA puede ser proyectada para monitorear sus operaciones y ajustar sus comportamientos (por ejemplo, algoritmos de autoajuste), pero no dispone de autoconsciencia genuina. Su “reflexión” está privada de conciencia; se trata de un ajuste computacional basado en métricas programadas.³⁹³ Puede procesar información en tiempo real, reaccionar a entradas inmediatas e incluso usar análisis predictivos, pero no posee una experiencia consciente o un contexto emocional.

Las posibles capacidades de metaaprendizaje en IA dependen de la habilidad de aprender a aprender, permitiendo que se adapte a nuevas tareas de modo eficiente sin necesidad de reentrenamiento extensivo. Ese dominio involucra el desarrollo de algoritmos que pueden generalizar el aprendizaje de un dominio hacia otro. Un ejemplo importante es el algoritmo MAML (metaaprendizaje agnóstico de modelos, en su acrónimo en inglés),³⁹⁴ que demostró la capacidad de adaptarse rápidamente a nuevas tareas con un número limitado de ejemplos. Avances posteriores optimizaron ese proceso, permitiendo una adaptación más rápida y reduciendo el costo computacional.³⁹⁵ El futuro del metaaprendizaje en IA promete crear sistemas capaces de adquirir nuevas habilidades o conocimientos de manera más humana, reduciendo

393. Metcalfe, J. y Shimamura, A. P. (Eds.). (1994). *Metacognition: Knowing about knowing*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/4561.001.0001>

394. Finn, C., Abbeel, P. y Levine, S. (2017). Model-Agnostic Meta-Learning for Fast Adaptation of Deep Networks. In: *Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning (ICML)*. <https://proceedings.mlr.press/v70/finn17a.html>

395. Raghu, A., Raghu, M., Bengio, S. y Vinyals, O. (2019). Rapid learning or feature reuse? Towards understanding the effectiveness of MAML. *ArXiv: Universidad de Cornell*.

significativamente los datos necesarios para el aprendizaje y permitiendo cambios rápidos para tareas desconocidas, lo que podría revolucionar la flexibilidad y la gama de aplicaciones de las tecnologías de IA.

MET1: como la IA requiere tareas bien definidas para dar buenos resultados, los seres humanos siguen siendo mucho más adaptables y exitosos en situaciones complicadas, ambiguas o imprevisibles.³⁹⁶ Pero la tecnología puede ayudar tanto en la comprensión de la situación como sugiriendo o cuestionando abordajes.

Las IAs pueden adaptarse adentro de las restricciones de los algoritmos y de los algoritmos de aprendizaje, pero eso suele ser limitado a dominios o tareas específicas, y la capacidad de la IA de lidiar con situaciones nuevas y complejas de manera flexible, semejante a la humana, es restringida por limitaciones tecnológicas.³⁹⁷ Además, es probable que las limitaciones en la flexibilidad cognitiva y emocional de la IA sigan siendo barreras significativas en su capacidad de superar a los seres humanos en los próximos cinco años.

MET2: los sistemas de IA pueden “reflexionar” sobre su desempeño en el sentido metafórico, aprendiendo con los datos, ajustándose al feedback y optimizando los algoritmos.³⁹⁸ La “reflexión” de la IA es un proceso basado en el aprendizaje orientado por datos y la optimización algorítmica, sin la autoconsciencia y la introspección consciente características del pensamiento humano.

Es altamente improbable que la IA supere las habilidades humanas en autorreflexión, aprendizaje en el sentido existencial y comprensión de la identidad en cinco años. Puede ser proyectada para analizar su propio desempeño y hacer ajustes para mejorar la eficiencia o la precisión en tareas específicas. Pero eso no equivale a la reflexión o introspección semejantes a las

396. Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>; Sawyer, R. K. (2006). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford University Press.

397. Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT Press.

398. Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction* (2nd ed.). The MIT Press; Thrun, S. y Pratt, L. (1998). *Learning to learn*. Kluwer Academic Publishers.

humanas.³⁹⁹ La IA no está programada para tener autoconsciencia ni comprender su propia “identidad”, ya que opera con base en algoritmos sin experiencias o emociones personales. Esos avances exigirían que la IA lograra la conciencia y el autoconocimiento –lo que no está en el alcance de las investigaciones previstas–.

MET3: la IA también puede ayudar a los seres humanos a entender sus propias emociones y reacciones como si fuera un terapeuta digital que facilita la autorreflexión y ayuda a encontrar explicaciones racionales para los sentimientos propios.⁴⁰⁰ Aunque sea capaz de favorecer la empatía humana, dicho recurso no permite que la IA tenga empatía –imita la empatía (profunda y fácilmente antropomorfizada por los seres humanos)–.

Las IAs no poseen inteligencia emocional en el sentido humano. Operan con base en algoritmos y datos, y cualquier “comprensión” de las emociones es solo computacional, sin la experiencia subjetiva y la profundidad de la conciencia emocional humana.⁴⁰¹ La capacidad de comprender y reflexionar sobre las emociones requiere autoconsciencia y conciencia, lo que sin duda estará fuera de las capacidades de la IA en los próximos cinco años.

MET4: la IA no supera a los seres humanos cuando se trata de la conciencia de sus propias necesidades físicas, ya que no tiene exactamente necesidades físicas. Los robots son limitados en el acceso a los sensores adecuados para reconocer necesidades físicas, pero pueden tener acceso a un gran número y una multiplicidad de tipos de sensores.⁴⁰² No obstante, la IA es capaz de ayudar a los seres humanos a entender y administrar sus necesidades físicas, incluyendo

399. Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press.

400. Inkster, B., Sarda, S. y Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(11):e12106. <https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/>; Morris R.R., Schueller S.M. y Picard R.W. (2015). Efficacy of a web-based, crowd-sourced peer-to-peer cognitive reappraisal platform for depression: randomized controlled trial. *Journal Medical Internet Research*, 17(3):e72.

401. Picard, R. W. (1997). Affective computing. MIT Press.

402. Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645. Murphy, R. R. (2019). *Introduction to AI robotics*. MIT Press; Siciliano, B. y Khatib, O. (2016). Springer handbook of robotics.

dietas y ejercicios, interpretando datos fisiológicos y personales para sugerir acciones destinadas a cuidar la salud y el bienestar.

Considerando el nivel actual de la IA sumado a la corporalidad y la emocionalidad de la conciencia corporal humana, es improbable que la IA supere a los seres humanos en el reconocimiento y la coordinación de su propio cuerpo y sus necesidades en los próximos cinco años. La falta de un cuerpo físico, experiencias sensoriales y conciencia son barreras para alcanzar ese objetivo.⁴⁰³ Los avances en la robótica y la tecnología sensorial pueden mejorar la capacidad de la IA de interactuar con el ambiente físico y responderle. Sin embargo, superar los matices de la habilidad humana en el reconocimiento de su propio cuerpo en un futuro próximo es un gran desafío. Dicho avance exigiría un cambio en cómo la IA está integrada a las entidades físicas, yendo más allá de las capacidades tecnológicas y de la comprensión conceptual de la IA en la actualidad.

MET5: la IA no posee metas personales, y sí metas programadas por seres humanos.⁴⁰⁴ Sin embargo, considerando todos los detalles y restricciones de un problema, se muestra competente en la creación de planes a ser ejecutados por seres humanos para alcanzar sus metas y monitorear el progreso.

Por la naturaleza de los procesos humanos de definición de metas, planificación y autochequeo, es improbable que la IA supere a los seres humanos en estas áreas en cinco años. La falta de autoconsciencia, motivación personal y conciencia son barreras para la obtención de dichos recursos. Su capacidad de revisar y ajustar su propio curso de acción se limita a los parámetros definidos en los algoritmos y no es indicativa de una verdadera autorreflexión ni de un pensamiento crítico.

MET6: monitorear la propia comprensión involucra nociones de autoconsciencia y metacognición, que son facetas atribuidas a seres conscientes, no a la IA. Las tecnologías actuales, incluyendo modelos avanzados de aprendizaje automático, no poseen auto-

403. Pfeifer, R. y Bongard, J. (2006). *How the body shapes the way we think: A new view of intelligence*. MIT Press.

404. Poole, D. y Mackworth, A. (2017). *Artificial intelligence: Foundations of computational agents*. Cambridge University Press.

consciencia ni conciencia. Por lo tanto, no monitorean su propia comprensión de manera autoconsciente como lo hacen los seres humanos. Pero la IA posee mecanismos de feedback que pueden ser interpretados como monitoreo de desempeño o precisión.⁴⁰⁵

Las IAs, sobre todo las basadas en el aprendizaje automático, optimizan exitosamente las tareas de administración de información y ajustan las respuestas con base en el aprendizaje estadístico. Esta conducta adaptativa es resultado de algoritmos programados y no refleja la comprensión o el ajuste autorregulado de la comprensión. Por eso, la capacidad de la IA de administrar información con base en la autoconsciencia y en el pensamiento reflexivo no está prevista para un futuro próximo.

MET7: la falta de autoconsciencia de la IA limita su capacidad de evaluar las consecuencias de sus propias acciones.⁴⁰⁶ A pesar de ello, la IA puede ayudar a los seres humanos a reflexionar sobre situaciones de causa y efecto y analizar las posibles consecuencias. Tiene un mejor desempeño en la evaluación de las consecuencias en espacios problemáticos bien delimitados, como el ajedrez, pero para superar a los seres humanos debe mejorar tanto la comprensión del contexto como la consideración de las implicancias éticas de las acciones.

La IA puede ser programada para analizar resultados, pero dicho análisis no equivale al proceso humano de autoevaluación y comprensión de las implicancias más amplias de las acciones. La capacidad de evaluar acciones en el contexto más amplio de los valores humanos, de la ética y de las normas sociales está fuera de las capacidades de la IA y debe seguir así en el futuro próximo, ya que eso exigiría que la IA desarrollara capacidades similares a la conciencia humana, al razonamiento moral y a la autoconsciencia, lo que está fuera del alcance de las principales escuelas de investigación en el área.

405. Goodfellow, I., Bengio, Y. y Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press; Hinton, G. E. y Sejnowski, T. J. (1999). *Unsupervised learning: computation* In: G. E. Hinton *et al.* T. J. Sejnowski (Eds.) *Unsupervised learning: Foundation computation*. MIT Press. vii-xv.

406. Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford University Press; Wallach, W. y Allen, C. (2009). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*.

MET8: los especialistas coinciden en que la IA, particularmente los LLM, pueden retratar una vasta gama de posibilidades y puntos de vista, en general de manera más amplia que los seres humanos, pero se discute el nivel de profundidad con el que la IA considera estas perspectivas, dada su incapacidad para comprender de modo genuino.⁴⁰⁷

Tener en cuenta otros puntos de vista es una faceta de la empatía e involucra la capacidad de entender y compartir sentimientos, pensamientos y actitudes de otras personas. Ese proceso cognitivo y emocional es fundamental para las interacciones sociales humanas y demanda autoconsciencia, inteligencia emocional y cognición social. La capacidad de tomar perspectiva de los seres humanos está especialmente relacionada a la capacidad de establecer relaciones sociales y de involucrarse en un razonamiento moral. El desarrollo de una IA que pueda comprender y considerar distintas perspectivas humanas de manera matizada y empática sigue siendo difícil y exigiría que las IAs fueran capaces de procesar y comprender contextos emocionales y sociales.

Sin embargo, las IAs son cada vez más capaces de interactuar entre sí en lo que se conoce como interacciones máquina a máquina (M2M, del inglés *machine-to-machine*), es decir, la capacidad de los sistemas de IA de comunicarse y colaborar entre ellos sin intervención humana. Este concepto es fundamental para el desarrollo de aplicaciones y sistemas complejos de IA y es abordado en el Apéndice digital, en la sección sobre Teorías de Agencia.

MET9: la IA no tiene emociones y sus comprensiones o expresiones de emociones no son genuinas. Pero puede involucrarse efectivamente con las emociones humanas al analizar videos, textos, expresiones faciales o entonación de voz y, así, sugerir respuestas empáticas.⁴⁰⁸

La IA no experimenta emociones y, por lo tanto, no tiene empatía, en el sentido humano. Sus interacciones con las emociones

407. Marcus, G. y Davis, E. (2019). *Rebooting AI*. Pantheon.

408. Schuller, B. et al. (2013). *Computational paralinguistics: Emotion, affect and personality in speech and language processing*. Wiley. Vinciarelli, A., Pantic, M. y Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing*, 27(1), 1743-1759.

humanas se basan en respuestas programadas y algoritmos.⁴⁰⁹ El desarrollo de una IA capaz de tener empatía con las emociones humanas exige avances en la capacidad de la IA de analizar y relacionarse emocionalmente con las experiencias humanas, un hecho que probablemente excederá sus capacidades en cinco años.

MET10: la IA no es capaz de cultivar la positividad y la compasión por su naturaleza inherentemente impersonal y carente de emociones, pero tiene paciencia infinita.⁴¹⁰ Esto le permite ser una compañera incansable, brindando estímulos de atención plena y reconociendo emociones para cultivar una cultura positiva. Los especialistas creen que, si el foco del desarrollo de la IA cambiara hacia la creación de un mundo de positividad, paciencia y compasión, sería posible alcanzar el desempeño humano, pero esto es improbable debido a otros objetivos.⁴¹¹

La compasión, en particular, involucra la empatía con los demás en momentos de necesidad y está enraizada en las interacciones sociales humanas y en el razonamiento moral. La IA seguirá mejorando su capacidad de simular respuestas que parezcan compasivas o positivas, pero se basan en algoritmos programados y no representan comprensión emocional o empatía genuinas. El desarrollo de la IA con capacidad para tener experiencias emocionales genuinas, semejantes a la positividad y a la compasión humanas, exigiría un cambio de paradigma en la investigación y el desarrollo de la tecnología, con foco en la inteligencia emocional y la comprensión empática.

LA VULNERABILIDAD COMO PATRIMONIO DE LOS SERES HUMANOS

La vulnerabilidad humana no refiere solo a las debilidades. Está relacionada a la conciencia y la comprensión de limitaciones y desafíos. Esta conciencia influencia la manera en que los seres

409. Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. MIT Press.

410. Como la pequeña hija en la serie de TV HUMANS (primera temporada), que se encariña mucho con su amable y paciente “sintetizador” mientras su madre está cansada después del trabajo.

411. Russell, S. J. y Norvig, P. (2009). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press.

humanos desarrollan, interactúan e implementan la IA, garantizando que las tecnologías estén más alineadas a las necesidades humanas y los estándares éticos. Algunos de los principales beneficios de la vulnerabilidad humana son:

- Empatía e inteligencia emocional: cuando las personas están conscientes de sus propias debilidades y dificultades emocionales, tienen una mayor probabilidad de entender y conectarse con las emociones de los demás. La empatía es crucial para el desarrollo de sistemas de IA sensibles a las necesidades emocionales humanas.
- Creatividad: la vulnerabilidad se caracteriza por la incertidumbre, el riesgo y la exposición emocional, íntimamente relacionados a la creatividad y llevan a abordajes innovadores que orientan la acción humana y pueden liderar el desarrollo de la IA.
- Juicio ético: comprender y vivenciar la vulnerabilidad puede profundizar los juicios éticos, lo que permite que los seres humanos consideren el impacto de las decisiones de la IA en las poblaciones más vulnerables, garantizando que estas tecnologías se desarrollen y usen con responsabilidad.
- Comprensión de contexto y matices: la vulnerabilidad es un estado emocional en el que un individuo está abierto a expresar sus pensamientos, sentimientos e incertidumbres. Esta experiencia promueve la capacidad de relacionarse con otros contextos, diferencias y matices humanos complejos. Dicha comprensión es clave al diseñar la IA para incidir en su capacidad de respuesta ante las sutilezas de la comunicación humana.
- Adaptabilidad y aprendizaje del fracaso: con frecuencia, el fracaso lleva a sentimientos de vulnerabilidad. Sin embargo, gracias a este los individuos pueden abrirse a la introspección y crecimiento personal. El proceso de confrontar los fracasos ayuda a adquirir nuevas percepciones y perspectivas. Al aceptar la falibilidad, las personas se vuelven más adaptables y capaces de usar las fallas humanas para perfeccionar la IA.
- Colaboración: la vulnerabilidad puede fomentar interacciones colaborativas más fuertes de varias maneras. Contribuye al desarrollo de la confianza entre individuos y equipos,

fomenta la comunicación abierta y nutre un espacio seguro para expresar ideas, además de facilitar la empatía en grupos. El reconocimiento de las limitaciones y la necesidad de apoyo pueden llevar a un trabajo en equipo más eficaz entre seres humanos y la IA, en el que cada uno compense las debilidades del otro.

- Apoyo emocional y psicológico: en contextos como el terapéutico, la comprensión de la vulnerabilidad humana es clave. Tal comprensión puede orientar el desarrollo de una IA que provea apoyo emocional y psicológico de manera más empática y eficaz.

La relevancia de la vulnerabilidad representa otro argumento a favor de la importancia de elevar la dimensión del metaaprendizaje. Este permite la concientización (MET2: reflexionar sobre procesos, aprendizaje e identidad), el involucramiento con sentimientos sobre estas vulnerabilidades (MET3: comprender las emociones y reacciones propias), la generalización de esa información y su aplicación para el mundo (MET8: tener en cuenta otros puntos de vista + MET9: reconocer, involucrarse y empatizar con las emociones de los demás) y, finalmente, con toda esta información en manos, hacer algo con ella (MET5: definir metas y planes para alcanzarlos y analizar el progreso propio) para adaptarse a una nueva situación (MET1: adaptarse con flexibilidad para atender las necesidades específicas de cada situación).

COMPETENCIAS: ÉNFASIS, SEGÚN LA IA

En *Educación en cuatro dimensiones* (disponible en: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>), el CCR presentó un caso detallado de competencias. Con base en el análisis presentado anteriormente relacionado a la IA y en un mundo de rápidos cambios, es necesario ser aún más específico sobre los atributos a *enfatar* y su justificación, según la siguiente tabla:

	COMPETENCIA	ÉNFASIS	JUSTIFICACIÓN
HABILIDADES	Creatividad	Imaginación	Como la IA es cada vez más capaz de aumentar su creatividad, el foco de los seres humanos pasa a ser la imaginación, sobre todo la profundidad emocional y experiencial que alimenta la inspiración y la originalidad.
	Pensamiento crítico	Toma de decisiones	Al aprovechar la IA, los seres humanos deben ser más hábiles en la toma de decisiones fundamentadas –no dejarlas en manos de la IA–.
	Comunicación	Diálogo	Aunque la escucha activa y la argumentación convincente sean importantes, el diálogo es más necesario que nunca en un mundo fragmentado.
	Colaboración	Liderazgo	La cooperación y el trabajo en equipo son esenciales para la colaboración, pero el mundo necesita líderes (y seguidores) para que las iniciativas no se marchiten. El liderazgo también es clave para gerenciar una diversidad de agentes de IA.
	Curiosidad	Mente abierta	La exploración y la sensación de asombro son intrínsecas a la evolución humana. Tener la mente abierta es cada vez más importante dada la polarización en las redes sociales y la religiosidad extrema, entre otras influencias.
ACTITUDES	Coraje	Tomar riesgos	La confianza lleva a tomar riesgos –una marca registrada de la diferenciación humana por medio de la evolución, y cada vez más necesaria para oponerse a la mente cerrada–.
	Resiliencia	Ingenio	En un mundo de cambios constantes, la capacidad de crear soluciones poco comunes con sus propios medios se vuelve una necesidad.
	Ética	Justicia	Si bien la integridad es esencial y la “virtud” está mal definida, la justicia ⁴¹² es el concepto ético más fácilmente comprendido, ya que incluso los animales presentan dichas conductas.
METAAPRENDIZAJE	Metacognición Metaemoción	Adaptabilidad	La reflexión debe llevar a una mayor autoconsciencia y empatía al servicio de la adaptabilidad en un mundo en rápida transformación, lo que implica aprender a aprender continuamente. La adaptabilidad es el principal diferencial en la comparación con la IA.

412. Van Damme, D. (2022). *Curriculum redesign for equity and social justice*. CCR.

El CCR insiste en el rol fundamental de la adaptabilidad humana para un mundo con IA, lo que involucra la capacidad de lidiar con varias fuentes diferentes de datos y modos de razonamiento que la IA aún no logra reunir. La toma de decisión humana también está profundamente interconectada con las emociones y la comprensión social, áreas en las que la IA todavía no tiene proficiencia.⁴¹³

¿CÓMO SE APLICARÁ DICHO ÉNFASIS?

Cada competencia fue referenciada con las disciplinas⁴¹⁴ para garantizar que:

- la disciplina propicie el desarrollo de la competencia;
- los profesores no estén sobrecargados lidiando con todas las competencias y puedan contar con colegas de otras disciplinas para complementarlas en su totalidad; así podrán concentrarse en las tres o cuatro competencias principales de modo consistente y en las otras de manera ocasional, según la situación.

El ÉNFASIS de una competencia describe la atención adicional brindada mientras se enseña la competencia. Vea algunos ejemplos a continuación.

- Para la creatividad: si la IA puede generar muchas ideas impresionantes como “yo también” por medio de extrapolaciones y analogías, entonces el énfasis debe estar en que los alumnos pongan atención en la imaginación, más difícil de ser alcanzada por la tecnología.
- Para el pensamiento crítico: si la IA puede generar respuestas aparentemente plausibles, saber hacer preguntas y evaluar las respuestas pasa a ser aún más importante, teniendo en cuenta el proceso de toma de decisiones. Esto es semejante, además

413. Damásio, A. R. (2012). *El error de Descartes: la emoción, la razón y el cerebro humano*. Ediciones Destino.

414. Dunn et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. CCR.

de una generalización, a lo planteado por Conrad Wolfram en el marco de TED Talks,⁴¹⁵ que exhortaba a los matemáticos a concentrarse en exponer el problema correcto y entender sus resultados, automatizando la computación rutinaria por medio de software. En ese caso, el LLM es la “computadora basada en el lenguaje”.

GANANCIAS RELATIVAS VS. PÉRDIDAS DE LA IA EN LA EDUCACIÓN

Siempre existe –y, hasta cierto punto, sabiamente– un miedo ante la posibilidad de que la tecnología suplante las capacidades humanas: una dependencia excesiva de la tecnología que las atrofie o haga desaparecer. El ser humano es una especie que depende de herramientas y las necesita para avanzar y prosperar. Durante milenios, las tecnologías facilitaron, para bien y/o para mal, el crecimiento humano, la dispersión y la capacidad de (re)producción. A lo largo del tiempo, esas tecnologías contribuyeron a la pérdida de muchas capacidades cognitivas y físicas.

Pero el principal factor a considerar es la pérdida relativa *versus* la ganancia relativa. La pérdida de capacidad de memoria debido a los textos escritos, como lamentaba Sócrates,⁴¹⁶ puede ser considerada un factor importante, a pesar de que la ganancia relativa gracias a los textos escritos siga siendo mayor que la pérdida relativa de memoria. Por lo tanto, la pérdida relativa de esa capacidad humana frente a esas capacidades tecnológicas fue menor que la ganancia relativa. Para los seres humanos, no hay problema en transferir tareas cuando la ganancia es mayor.

A nivel micro o individual: para el individuo que utiliza herramientas de IA, es posible esperar un cambio de proficiencias. Se vuelve fundamental contar con un repertorio de herramientas adecuado al estilo de vida y las necesidades. No es necesario ser proficiente en todas las competencias, ni en todas las tecnologías de IA. Si la creatividad, por ejemplo, no es el punto fuerte de una

415. TED. (2010). Conrad Wolfram: Teaching kids real math with computers. Ted Talks.

416. “Pues esa invención producirá olvido en la mente de quienes aprendan a usarla, porque no ejercitarán su memoria”. Del diálogo *Fedro*, de Platón 14, 274c-275b.

persona, es útil que desarrolle suficiente fluidez con técnicas para interactuar eficazmente con la IA, con el objetivo de liberarse de tareas más pesadas o lentas.

Por la capacidad de la IA de igualar el desempeño humano básico y moderadamente avanzado, si el individuo solo puede esperar producir a ese nivel, tiene sentido que delegue en la IA para aumentar su capacidad. Además, así puede liberarse para realizar tareas en las que exclusivamente los seres humanos están equipados para superar incluso el desempeño de la IA. Eso puede deberse a la esencia única de las personas –queremos que nuestros niños más imaginativos sigan imaginando, para que puedan aprovechar y presentar las ideas más innovadoras que ayuden a nuestro mundo–. O tal vez eso se deba a contextos específicos –cada hospital se beneficiaría de un comunicador fuerte y bien adaptado al ambiente de la ciudad y de sus integrantes–. Le será difícil a una IA reproducir ese sentido local tan intenso. Aunque la comunicación de la IA sea sólida, todavía se pueden esperar beneficios de un ser humano más competente *en un contexto específico*.

A nivel macro o social: la determinación de factores insignificantes versus factores importantes en la atrofia de las capacidades humanas depende del contexto histórico y del conocimiento disponible. Los principales factores tecnológicos que llevaron a la pérdida de capacidades humanas son tecnologías como calculadoras o GPS. Sin embargo, algunas pérdidas de capacidades humanas de memoria que eran consideradas insignificantes son cada vez más reconocidas como relevantes, como el conocimiento botánico medicinal y nutricional. Es imposible prever con seguridad cuáles de nuestras antiguas capacidades, o del pasado reciente, nos servirán en el futuro, pero los seres humanos perdieron muchas tecnologías (por ejemplo, construcción de monumentos megalíticos, construcción de pirámides egipcias, argamasa romana, navegación polinesia, etc.), lo que solo demoró su eventual avance.

En la estructura del CCR de conocimiento, habilidades, actitudes y metaaprendizaje, parece haber un delineamiento perceptible entre los elementos que son relativamente fáciles para que la

IA los reproduzca, mejore⁴¹⁷ o perfeccione (por lo general, conocimiento y habilidades) –y, por lo tanto, representan un mayor riesgo de atrofia en las capacidades humanas– y aquellos en los que es más difícil que la IA brille (o sea, actitudes y metaaprendizaje). Eso es visible en el análisis anterior, que identifica tales capacidades para cada subcompetencia.

Una estrategia para mitigar ese riesgo en términos de conocimiento y habilidades es reforzar la redundancia “analógica” para la sociedad, según la fragilidad de la tecnología en uso. Es posible determinar dicha fragilidad por medio de dos factores en los niveles individual y social: (1) la fragilidad de la tecnología; (2) la posibilidad de cuantificar la tecnología. Las tecnologías frágiles incluyen vehículos autónomos, plantas nucleares y algoritmos de transacciones financieras. Todas esas tecnologías son delicadas porque pequeños errores pueden desencadenar consecuencias catastróficas. Las tecnologías flexibles, o no frágiles, incluyen bicicletas tradicionales, relojes mecánicos y paneles solares. Estos tipos de tecnología son simples y, por lo tanto, robustos, con pocas piezas mecánicas susceptibles de fallas y que pueden ser fácilmente reemplazadas en caso de necesidad.

El esfuerzo analógico comprende diversas estrategias que los seres humanos ya utilizan. Los controles mecánicos de backup en sistemas con controles digitales, como aeronaves y máquinas industriales, permiten un backup analógico en caso de falla digital. Los registros en papel siguen siendo esenciales junto con los datos digitales en sectores como el de la salud, el financiero y el jurídico. Generadores a gasoil y otras fuentes de energía autónomas son comunes en infraestructuras críticas de gran escala y residencias individuales en las que las redes eléctricas pueden fallar. En los sectores de aviación y marítimo, los pilotos y marineros siguen siendo entrenados en métodos de navegación tradicionales para ofrecer una

417. Por ejemplo, “un sistema basado en IA es exitoso al planificar y ejecutar experimentos químicos del mundo real, mostrando su potencial para ayudar a científicos humanos a hacer más descubrimientos con más rapidez”. (Stoughton, J. 2023. Meet ‘Coscientist’, your AI lab partner. U.S. National Science Foundation.) <https://new.nsf.gov/science-matters/meet-coscientist-your-ai-lab-partner>

protección contra fallas en la comunicación por satélite. Esos son solo algunos de los métodos que los seres humanos emplean para mitigar la dependencia de tecnologías críticas y generalizadas.

Un factor adicional a la fragilidad de la tecnología es el grado de cuantificación del riesgo de pérdida de la tecnología. La sociedad humana ya está construida sobre una torre frágil de tecnologías cada vez más complejas (por ejemplo, microprocesadores), entre las cuales la IA es la más reciente. El colapso de cualquiera de ellas tendrá un efecto dominó difícil de prever. Lo que complica aún más la cuantificación del riesgo es la necesidad de prever el *cambio en la capacidad de todos los seres humanos* de responder a desastres, ya que las capacidades de la sociedad humana serán diferentes en un mundo afectado por la IA. Por lo tanto, es más difícil prever la respuesta de la sociedad a un desastre cuando sus capacidades cambiaron de manera amorfa –considere la respuesta de la sociedad a la pandemia en un mundo con menos alfabetización informacional debido a la proliferación de las redes sociales–.

Con tantos recursos que pueden ser delegados a la IA, el ser humano se beneficiará al considerar nuevas ocupaciones que pueden ganar con una reasignación cuidadosa de recursos para reforzar mejor la redundancia social. Además de dispositivos de seguridad analógicos para sus tecnologías, la sociedad probablemente se beneficiaría con el entrenamiento de dispositivos de seguridad *humanos* –un archivista que navegue con fluidez por los registros históricos para cuando el asistente de investigación de IA esté inactivo, por ejemplo, o un equipo capaz de recrear el semiconductor–.

Las desventajas de la IA para la Educación y otras actividades humanas están posicionadas en una “curva n” –en otras palabras, la “doctrina del término medio”, ni mucho, ni poco–. En el ámbito de la confiabilidad, no existe riesgo potencial significativo. Los seres humanos pueden confiar en la tecnología, como lo hacen desde hace milenios. Sin embargo, el **exceso de confianza** en la tecnología es peligroso, sobre todo por su potencial de debilitar nuestra capacidad de razonamiento crítico. Como en casi todo, la moderación es fundamental. Es probable que algunas personas confíen demasiado en la tecnología y sufran las consecuencias. Pero es indispensable que las sociedades y los individuos busquen la “doctrina del término medio”.

¿CUÁL ES EL MAYOR BENEFICIO PARA LA EDUCACIÓN?

La integración de la IA en la Educación genera beneficios significativos en personalización, eficiencia y accesibilidad. Esto aumenta el compromiso de los alumnos y los resultados del aprendizaje, permite un aprendizaje más eficiente y eficaz y hace que la Educación esté más ampliamente disponible en el espacio, en el tiempo y para personas con discapacidad.⁴¹⁸ Dichas ventajas deben ser ponderadas respecto a las posibles pérdidas, como la reducción de las habilidades académicas básicas, preocupaciones por la privacidad y cuestiones de equidad; lo que significa que la integración eficaz de la IA en la Educación requiere una cuidadosa planificación y consideración de estos factores. Finalmente, la capacidad de la IA de democratizar la Educación no tiene comparación.

Ethan Mollick, de la Wharton School de la Universidad de Pennsylvania, publicó un comentario sobre el resultado de la Harvard Business School citado en el Capítulo 2, relativo al impacto del uso de la IA por parte de consultores, observando notablemente que “los beneficios de la asistencia no fueron distribuidos igualmente: en las tareas en las que se mostró más útil, la **IA fue significativamente más útil para los participantes menos calificados**”. *Esto demuestra el poder de la IA en la Educación como un buen “impulsor”, exactamente lo que la Educación debe ser.*

UN TIPO DISTINTO DE INTELIGENCIA

“La pregunta no es ‘¿estas inteligencias lograrán imitarnos y agregar solo un poco más?’, ya que estas máquinas harán algo diferente. La cuestión es: “¿cuáles serán sus capacidades reales?”

– David Wolpert

418. Burgstahler, S. (2003). The role of technology in preparing youth with disabilities for postsecondary education and employment. *Journal of Special Education Technology*, 18(4), 7- 19; Hwang, G.-J., Spikol, D. y Li, K.-C. (2018). Guest Editorial: Trends and Research Issues of Learning Analytics and Educational Big Data. *Educational Technology & Society*, 21(2), 134-136; Liu, L. y Hmelo- Silver, C. E. (2009). Intelligent tutoring systems for collaborative learning: Enhancements to authoring tools. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(3), 263-275).

Si bien la investigación del CCR ha intentado evitar sesgos antropocéntricos, las subcompetencias se extrajeron de investigaciones en psicología y ciencias del aprendizaje, todas ellas tratando exclusivamente de seres humanos. Esto implica un sesgo intrínseco, que los autores se dedicaron a corregir. Por ejemplo, se evitó el uso de argumentos con carga emocional pero vacíos, que en general aparecen en las descripciones de “lo que nos hace humanos”. Además, se debe tener humildad ante las diferentes fragilidades humanas, sean estas fisiológicas o mentales. En los Estados Unidos, los jueces vienen emitiendo fallos más duros en línea con sus tiempos de descanso o para reos integrantes de grupos minorizados,⁴¹⁹ los médicos demuestran falta de empatía con los pacientes,⁴²⁰ los padres se impacientan con sus hijos,⁴²¹ y así sucesivamente. La IA, con su consistencia y por ser “incansable”, puede mejorar a los seres humanos o, por lo menos, ayudarlos a ser más conscientes de tales fragilidades y a perfeccionarse. Es bastante posible que la comparación constante de la IA con los seres humanos pueda ser perjudicial para pensar de modo más abierto y sincero sobre sus capacidades. Es necesario tener cuidado con las comparaciones, como se haría con la inteligencia de los pulpos, por ejemplo. El abordaje debe estar en los resultados y las capacidades, y no en los debates *ab initio*.

La IA es una nueva forma de inteligencia. Recordando los recursos NO humanos de la IA:

- Escalabilidad, velocidad, memoria: la IA puede lidiar con grandes cantidades de información, hacer cálculos complejos, aprender a partir de amplios conjuntos de datos en una

419. Danziger, S., Levav, J. y Avnaim-Pesso, L. (2011). Extraneous factors in judicial decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(17), 6889-6892. Mustard, D. B. (2001). Racial, ethnic, and gender disparities in sentencing: Evidence from the U.S. Federal Courts. *The Journal of Law and Economics*, 44(1), 285-314.

420. Halpern, J. (2003). What is clinical empathy? *Journal of General Internal Medicine*, 18(8), 670-674. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1494899/>

421. Deater-Deckard, K. (2004). *Parenting stress*. Yale University Press.

fracción del tiempo mucho menor de la que le requeriría a un ser humano –y jamás olvidarse–.

- Adaptabilidad: los sistemas de IA optimizan sus algoritmos para nuevos datos.
- Versatilidad: la IA puede ser especialista en distintos campos, desde salud hasta finanzas, desde transportes hasta entretenimiento.
- Personalización: los sistemas de IA pueden ser diseñados para determinadas tareas, volviéndolos altamente eficientes en dominios específicos.
- Multiplicidad: la percepción de la IA como una entidad única actualmente deriva de que los humanos acceden a ella mediante chatbots. Pero, en realidad, habrá muchos sistemas de IA diferentes, con distintos tipos de capacidades, del mismo modo que existen docenas de microprocesadores en los vehículos, no solo uno.
- Conectividad global: la IA puede ser integrada a redes globales, permitiendo compartir datos en tiempo real y colaboración entre sistemas únicos. Esto significa que su indicador de aprendizaje será infinitamente más rápido que el de los seres humanos. Imagine que una familia de robots del área de salud aprendería con el error de un único robot, o que un vehículo automatizado podría beneficiarse del aprendizaje situacional de todos los otros vehículos del mismo tipo.
- “Sincognitismo”, según Azeem Azhar: “la IA surgirá como un tipo de inteligencia colectiva, las interacciones entre muchos sistemas (*diferentes*) que actúan de modo inteligente de distintas maneras para crear un substrato amplio que parece más inteligente como un todo”. Esto llevará al aprendizaje en escala hiperbólica en algunas situaciones (como se ve al final de la película *Ella*,⁴²² cuando la IA decide dejar atrás a los seres humanos porque su sofisticación en red excedió inmensamente la comprensión humana).

422. Spike Jonze, 2013. Warner Bros.

Los seres humanos pueden y deben permanecer en el control y usar esas capacidades con sabiduría para ampliar los resultados positivos y mitigar los negativos.

EL SURGIMIENTO DE DIFERENTES CAPACIDADES HUMANAS

Este libro considera la diferenciación entre las capacidades artificiales y las humanas, así como las distinciones que se espera que surjan entre los seres humanos pre IA (aquellos que crecieron en mundos anteriores a la IA, pero que trabajarán con ella en variados niveles) y los humanos post IA, que crecerán con la tecnología de IA y considerarán normal su existencia.

El término “iGen”⁴²³ se creó para identificar a los seres humanos que crecieron a partir de mediados de los años 1990, que nunca conocieron un mundo sin smartphones. Esa cohorte, ahora denominada por el término más omnipresente Generación Z, se comporta de modo diferente a las generaciones anteriores, ya que se adaptó a un mundo alimentado por internet y no tiene noción de cómo sería sin ella.

Es posible que surja una brecha aún mayor entre los miembros de una “generación de IA” y los que crecieron y fueron entrenados en sus carreras en un mundo sin IA. Entre los adultos que vivenciaron un mundo sin IA, existe un escepticismo importante (incluso miedo) en relación con la IA y sus capacidades. Es natural que haya una desconfianza general, pues la generación pre IA está expuesta a los primeros *bugs*, debilidades y limitaciones de esta tecnología. Cuando se trata del dominio afectivo, no importa cuán eficaz sea una IA en imitar los niveles humanos de empatía. La simple conciencia de que no es humana probablemente perjudicará su eficacia para las generaciones pre IA y, posiblemente, post IA.

Imagine un diálogo terapéutico basado en un texto en el que un individuo (para usar términos terapéuticos, el “paciente”) desea hacer una introspección sobre una situación y desarrollar un plan de acción. Un agente de IA y un terapeuta humano pueden generar el mismo contenido para ayudarlo a reflexionar, y ambos pueden su-

423. Twenge, J.M. (2017). *iGen: Why today's super-connected kids...* Atria Books.

gerir ideas de planes de acción. Los mensajes comunicados pueden ser idénticos. Aun así, un paciente puede reaccionar al contenido de modo diferente por el hecho de saber que la información vino de la IA, de un terapeuta o de no estar seguro del origen del contenido.

Específicamente en las dimensiones de actitudes y metaaprendizaje, es probable que la IA alcance a la humanidad en su aptitud para ejecutar “movimientos” capaces, por ejemplo, dar buenos consejos y apoyo emocional. Sin embargo, la eficacia de dichos movimientos sigue siendo medida por la capacidad humana de recibir y asimilar esos comportamientos. No obstante, aun cuando los seres humanos son totalmente receptivos a la IA, tal vez todavía sea mucho más agradable (más “normal”) recibir las afirmaciones de un ser humano cuyas habilidades de empatía se basan en la experiencia personal, no en algoritmos (¡aunque los algoritmos también se basen en experiencias y conocimientos humanos y puedan, a veces, incluso ser más precisos!). Por otro lado, puede vencer la fuerte inclinación humana hacia la antropomorfización. Así, será posible atestiguar la misma divergencia, con base en la sugestibilidad, que sucede con las redes sociales...

Este es otro gran período de transición para la humanidad, y es responsabilidad de quienes conocieron un mundo sin IA capturar y preservar efectivamente el conocimiento que puede perderse, mientras mantienen la mente abierta respecto a cómo la IA puede señalar fallas en la lógica humana ancestral. La ética es una preocupación inmediata y válida durante esta y cualquier otra transición. Durante siglos, los seres humanos confiaron en heurísticas centradas en el ser humano para la ética y la toma de decisiones. Es de esperarse que la proliferación de la IA y de los seres humanos post IA desafíe una serie de esas heurísticas. La cercanía de un ser humano con el acto de “matar”, por ejemplo, suele generar reacciones viscerales que afectan la toma de decisiones –de ahí el dilema inherente en el meollo del dilema del tranvía⁴²⁴ o la distin-

424. “El dilema del tranvía es una serie de experimentos mentales que involucran dilemas éticos estilizados sobre sacrificar o no a una persona para salvar un número mayor de personas.” Dilema del tranvía. 2024. *Wikipedia*.

ción afectiva entre un ataque de dron y un combate cuerpo a cuerpo. Estas reacciones viscerales son encontradas en la vida humana cotidiana, y van desde decisiones financieras hasta la elección de alimentos, de opiniones políticas a opciones de salud. Ese tipo de reacciones casi instintivas son, en general, respuestas emocionales inmediatas y poderosas ante una situación o información, y pueden ignorar procesos de pensamiento más deliberados y racionales. Sin estas heurísticas a veces beneficiosas, pero muchas veces fallidas, la IA puede ser capaz de tomar decisiones más consistentes dentro de una estructura o código moral bien definido, ayudando a frenar el instinto visceral humano y contribuyendo a una sociedad más ética.

La humanidad tiene reacciones viscerales, pero injustas, cuando, por ejemplo, un vehículo autónomo con IA mata a un único peatón, en contraste con el “error” trágico, pero más aceptado, de la conducción humana imprudente que hiere a 1,3 millones de personas en todo el mundo⁴²⁵ cada año. Con frecuencia, la IA es sometida a estándares mucho más elevados que los que se aplican a los seres humanos, que ya establecieron niveles socialmente aceptables de riesgo al interactuar unos con otros. Dicho esto, las IAs tienen puntos ciegos claves y requieren una cantidad notable de poder de procesamiento para hacer lo que los seres humanos considerarían determinaciones de sentido común. Una capa de riesgo permanece en cualquier decisión ejecutada por IA –un punto ciego exclusivo al contexto de la cuestión–. Aunque la IA toma el 99% de sus decisiones correctamente, inevitablemente cometerá errores en decisiones de alto riesgo, de modo que la sociedad deberá aceptar esos factores.

Los códigos legales son otro excelente ejemplo de la indulgencia humana, con códigos morales y éticos perimidos y con las leyes que los aplican. Aún existen en los libros muchas leyes tan anticuadas que sería una tontería aplicarlas. La IA tiene la capacidad de asimilar códigos legales completos (lo que ya es una hazaña

425. Ahmed, S. K. *et al.* (2023). Road traffic accidental injuries and deaths: A neglected global health issue. *Health Science Reports*, 6(5). <https://doi.org/10.1002/hsr2.1240>

que va más allá de toda la capacidad humana individual) y podría, potencialmente, aplicar **todas** esas leyes indiscriminadamente.⁴²⁶ Este ejemplo demuestra una vez más el equilibrio entre flexibilidad e intransigencia en la IA. Por una parte, la inflexibilidad de la IA puede parecer una pesadilla (aunque si, en ese caso, incentivara a los seres humanos a revisar códigos legales obsoletos, tal vez ese no fuera el peor resultado). Por otro lado, la flexibilidad humana en la interpretación de las leyes suele llevar a la corrupción, la desigualdad y la elección selectiva por parte de los jueces. La IA podría ayudar a mantener atentos a los jueces en términos de consistencia en sus decisiones.

Es esa capa de errores aleatorios, peculiaridades y resultados imprevistos que impide el valor potencial que las IAs pueden tener como mediador, juez, terapeuta u otro agente interactivo “neutro”. Así como la adopción de Wikipedia como una fuente válida de información, la validez de los resultados de la IA exigirá que los sistemas sean rigurosamente testados a lo largo del tiempo, con la confianza aumentando poco a poco, a medida que se obtiene la aprobación en evaluaciones más impresionantes y parecidas a las humanas. Cuando la validez de las respuestas aumente, la desconfianza humana respecto a estas respuestas disminuya y la práctica humana generalice el uso de la IA, se abrirán nuevas utilidades y funciones novedosas se volverán aceptables y normalizadas para los agentes de IA.

426. Al-Sibai, N. (2023). AI might actually enforce all of our stupid laws, expert warns. *Futurism*.

La necesidad de personalización

“La Educación debe preocuparse cada vez más por el pleno desarrollo de todos los niños y jóvenes, y será responsabilidad de las escuelas buscar condiciones de aprendizaje que permitan a cada individuo alcanzar el más alto nivel de aprendizaje posible”.

Benjamin Bloom

¿POR QUÉ LA PERSONALIZACIÓN SIEMPRE FUE IMPORTANTE EN LA EDUCACIÓN?

Nota: aunque “diferenciación” sea la palabra más adecuada, el Center for Curriculum Redesign (CCR) optó por “personalización”, que es más utilizada, sin olvidar sus connotaciones negativas sobre la importancia del aprendizaje social y colaborativo.

Es fundamental para la Educación adaptar los enfoques de enseñanza y aprendizaje para atender las necesidades, preferencias y ritmos individuales de los alumnos, por diversas razones de peso. La más importante es que los estudiantes no son homogéneos; tienen orígenes, habilidades y estilos de aprendizaje variados. Los métodos tradicionales iguales para todos (los llamados “tamaños únicos”, en su traducción del inglés) son insuficientes porque no logran atraer a todos los alumnos del mismo modo, lo que puede llevar al desinterés o al bajo desempeño de algunos.⁴²⁷ Un alumno con dificultad en la lectura, por ejemplo, puede sentirse dejado atrás en un aula estándar, pero tiene posibilidades de prosperar si recibe recursos que atiendan sus necesidades específicas. Estos tipos de problemas persistentes y cómo las prácticas educativas personalizadas pueden atenuarlos están bien documentados en el trabajo del psicólogo educativo Benjamin Bloom, quien identificó un fenómeno que llamó “problema de dos sigmas” después de observar que los alumnos que recibían clases particulares con técnicas de aprendizaje por dominio tenían un desempeño de los desvíos estándar (o “sigmas”) por encima de los alumnos que aprendían por medio de la instrucción convencional en grupo.⁴²⁸ En otras palabras, quien recibía instrucción personalizada podía superar al 98% de los restantes en el ambiente de grupo tradicional. Este descubrimiento presentó un desafío que la inteligencia artificial (IA) ahora es capaz de abordar de una manera única: ¿cómo el sistema educativo puede ser reestructurado para ofrecer los benefi-

427. Tomlinson, C. A. (2001). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms. ASCD.

428. Bloom, B. S. (1984). The 2-sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4-16. Nintil. (2020). On Bloom's two sigma problem: A systematic review of the effectiveness of mastery learning, tutoring, and direct instruction. *Nintil Blog*.

cios de la tutoría individual a una porción más grande de alumnos sin los altos costos y las demandas de recursos asociados?

Además de las fenomenales ventajas de desempeño de las prácticas educativas personalizadas, la personalización también puede contribuir al desarrollo de conexiones más profundas con el aprendizaje. Cuando la Educación está en sintonía con los intereses y aspiraciones de un alumno, puede despertar pasión y motivación intrínseca, llevando a una comprensión más profunda y duradera y a una mayor probabilidad de éxito a largo plazo.⁴²⁹

ELECCIONES EN DIFERENTES NIVELES

Es común ver la elección de los alumnos como una propuesta del tipo todo o nada, generalmente en el nivel de los cursos STEM (sigla en inglés para la Educación centrada en la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), de humanidades o de artes. Pero hay muchas capas a explorar, aun cuando algunas disciplinas sean obligatorias. La siguiente tabla muestra las capas de posibilidades:

NIVEL	EJEMPLO DE ELECCIONES
Macro	Trayectoria elegida (por ejemplo, STEM, humanidades, artes). Disciplina elegida dentro de los cursos (por ejemplo, economía vs. psicología).
Intermedio	Tipo de proyecto (por ejemplo, robot nadador o robot volador).
Micro	Trayectorias agrupadas (por ejemplo, palabra entera vs. adquisición fonética del lenguaje).
Nano	Trayectorias individualizadas (con distintas posibilidades: “planas” o adaptativas, con o sin IA).

¿LOS ALUMNOS SIEMPRE SABEN QUÉ ES MEJOR?

En un artículo crítico importante, el profesor estadounidense Paul Kirshner y otros autores desenmascaran tres mitos urbanos muy difundidos y persistentes:⁴³⁰

429. Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G. y Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 325-346. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_6

430. Paul A. Kirshner y Jeroen J.G. van Merrinboer (2013) Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education, *Educational Psychologist*, 48:3, 169-183, <https://doi.org/10.1080/00461520.2013.804395>

1. “Los alumnos ‘nativos digitales’ componen una generación que suele elegir lo que prefiere, pero lo que prefieren no siempre es lo mejor para ellos.
2. Los alumnos saben, de manera natural, cómo aprender con los nuevos medios, y los medios y métodos ‘antiguos’ utilizados en la enseñanza/el aprendizaje ya no funcionan para ellos.
3. Los alumnos tienen estilos de aprendizaje específicos y la Educación debe ser individualizada de modo tal que la pedagogía de enseñanza/aprendizaje sea compatible con el estilo preferido del alumno.
4. Los alumnos deben ser vistos como autoeducadores, a quienes se les debe dar el máximo control sobre qué están aprendiendo y su trayectoria de aprendizaje.

Todas estas ideas se basan principalmente en creencias y convicciones, no en teorías científicas respaldadas por descubrimientos empíricos”.

Para los fines de este libro, los puntos de vista del CCR resuenan con los de Kirshner, con base en las ciencias del aprendizaje:

- Los “nativos digitales” suelen estar más familiarizados con el uso de la tecnología, pero eso no los hace tecnólogos ni significa que el uso de la tecnología sea siempre el mejor mecanismo para aprender. Con la IA, corren el riesgo de convertirse en “ingenuos digitales” si no reciben Educación digital y aprenden pensamiento computacional, y en algunos casos, ciencia de la computación.
- Los estilos de aprendizaje han sido ampliamente desacreditados. El psicólogo educativo estadounidense Howard Gardner, por ejemplo, es cuidadoso al decir que propuso una teoría científica que no debe ser interpretada como una receta para la Educación.
- Respecto a los alumnos como autoeducadores, existen diferentes razones por las que este aspecto debe ser tratado con cuidado. Según Kirshner y otros autores, “... los alumnos no siempre son exitosos en el control de su propio aprendizaje, especialmente en ambientes de aprendizaje basados en com-

putadoras, y no todos los alumnos prefieren ni se benefician con el control de las tareas [...]; [...] muchas veces, los alumnos eligen lo que prefieren, pero no siempre es lo mejor para ellos [...]; [...] a las personas les gusta tener la oportunidad de hacer algunas elecciones, pero, cuantas más opciones haya para elegir, más frustrante será la elección...”. **Este libro aborda cómo es posible ofrecer la cantidad adecuada de opciones, con el soporte pedagógico correcto para los alumnos.**

¿POR QUÉ LA IA HACE QUE LA PERSONALIZACIÓN SEA AÚN MÁS IMPORTANTE?

Expectativas de los jóvenes: cuando los algoritmos personalizan las recomendaciones de contenido en plataformas como Netflix, Spotify, YouTube, Instagram y TikTok, los alumnos esperan cada vez más un nivel similar de personalización en el resto de las experiencias, incluso en el aula. La existencia generalizada del contenido personalizado en plataformas digitales y de entretenimiento condiciona a los alumnos a buscar y valorar experiencias individualizadas. En comparación, una Educación del tipo “talle único” parece vetusta y menos atractiva. Además, por su condición de nativos digitales, los alumnos están acostumbrados a obtener respuestas rápidas a sus consultas, gratificación inmediata y plataformas digitales personalizadas e interactivas (muchas veces a punto de formar “burbujas” de interés personal y aislamiento intelectual y emocional).⁴³¹ La personalización ayuda a traer los sistemas educativos al siglo XXI, posibilitando que se alineen mejor a los hábitos y la capacidad de atención de los nativos digitales, haciendo que el aprendizaje sea más intuitivo y eficiente.

Aspectos sociales y emocionales: al analizar grandes cantidades de datos sobre estándares individuales de aprendizaje, preferencias y respuestas emocionales, los sistemas de IA pueden personalizar experiencias educativas que no solo respondan a las necesidades académicas, sino que también se adecúen a los con-

431. Rouse, M. (2018). Filter bubble. *Technopedia*.

textos sociales y emocionales de los alumnos.⁴³² Una plataforma de aprendizaje personalizada podría, por ejemplo, ajustar su contenido y momento de suministro en función del estado emocional de un alumno, garantizando que el material se presente en un momento de mayor receptividad.

Competencias: a medida que la IA asume más tareas, crece la importancia de las competencias centradas en el ser humano, como el pensamiento crítico. La Educación personalizada puede atender mejor al desarrollo de esas habilidades con base en las fortalezas y debilidades de cada alumno. En el dominio del metaaprendizaje, que incluye habilidades como adaptación flexible y reflexión sobre procesos, aprendizaje e identidad, las herramientas de IA pueden brindar feedback adaptativo, ayudando a los alumnos a reconocer patrones de pensamiento y conducta e incentivándolos a refinar sus habilidades metacognitivas. En el campo de las habilidades, la IA puede simular desafíos del mundo real, permitiendo que los alumnos empleen sus habilidades de comunicación o colaboración en distintos escenarios. Con el tiempo, la IA puede acompañar su progreso, adaptar escenarios según el desempeño individual y promover el dominio de esas competencias. Al facilitar experiencias de aprendizaje personalizadas, adaptadas a las necesidades específicas y a los niveles de progreso de cada alumno, la IA expande el valor de las herramientas de personalización educativa, garantizando que cada alumno pueda alcanzar la proficiencia en competencias esenciales.

Motivación: la integración de herramientas con tecnología de IA en las aulas permite un nuevo potencial para personalizar las experiencias de aprendizaje, aumentando así el compromiso y la motivación de los alumnos. Las plataformas orientadas por IA pueden analizar en tiempo real las interacciones, el progreso y el feedback de los alumnos para adaptar el contenido y los recursos a sus necesidades específicas. Las plataformas de aprendizaje adaptativo, por ejemplo,

432. Calvo, R. A. y D'Mello, S. K. (2010). *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1, 18-37.

identifican las áreas en las que un alumno tiene dificultades y proveen recursos o ejercicios personalizados para reducir esas brechas. Abordajes así direccionados satisfacen las necesidades individuales de aprendizaje e incentivan el compromiso al presentar el material en el nivel de dificultad adecuado para el alumno. Esto aumenta su motivación a medida que obtiene un éxito más consistente y recibe un feedback inmediato y personalizado, haciendo que las experiencias de aprendizaje resulten más relevantes y gratificantes.

Identidad: al reconocer y adaptarse a los orígenes culturales, socioeconómicos o personales individuales, las herramientas de IA pueden proveer contenido contextualmente relevante, promoviendo un profundo sentido de validación de identidad y pertenencia.⁴³³ Ese nivel de personalización puede mejorar la conexión emocional del alumno con el material didáctico, facilitando un compromiso, una comprensión y una autoconsciencia más profundos. En un aula diversa, estos abordajes personalizados aseguran que el aprendizaje no sea solo un ejercicio cognitivo, sino también un proceso de autoexploración y afirmación.

Agencia: la agencia es un componente vital para la motivación profunda e intrínseca, y para el aprendizaje eficaz. Los modelos tradicionales de Educación suelen ubicar a los alumnos en roles pasivos, pero las herramientas de IA pueden transformarlos en participantes activos, adaptando las experiencias de aprendizaje según sus necesidades, preferencias y ritmos. Una plataforma de aprendizaje orientada por IA puede, por ejemplo, ofrecer a los alumnos opciones sobre cómo quieren abordar un tema, qué recursos les gustaría explorar o incluso qué evaluaciones les gustaría realizar, con base en desempeños anteriores y metas futuras. Esa personalización permite que los alumnos asuman el control de su propio aprendizaje, tomando decisiones que respondan a

433. Warschauer, M. y Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1), 179-225. <https://doi.org/10.3102/0091732X09349791>

sus necesidades e intereses, aumentando su sentido de agencia. A medida que interactúan con sistemas de IA que se adaptan y responden a su información, los alumnos comienzan a reconocer el valor de sus propias elecciones y acciones en la configuración de sus resultados educativos.

Propósito: cuando se embarcan en sus trayectorias educativas, los alumnos suelen tener metas o ambiciones específicas. Las herramientas de IA pueden seleccionar recursos, tareas y experiencias que se alineen directamente con esas metas. Un alumno apasionado por la conservación ambiental, por ejemplo, podría recibir recomendaciones de IA sobre lecturas, viajes de campo virtuales e ideas de proyectos adaptados a ese interés, permitiendo que profundice sobre el tema y, al mismo tiempo, lo relacione a estándares y objetivos educativos más amplios. Esas experiencias personalizadas no solo perfeccionan el crecimiento académico, sino que también fomentan un sentido de propósito más fuerte, ya que los alumnos ven la relación directa entre los estudios y sus propias aspiraciones. Al alinear dinámicamente el contenido educativo con los objetivos en evolución de los alumnos, la IA facilita un compromiso más profundo y significativo con el aprendizaje.⁴³⁴

¿CÓMO PUEDE LA IA AYUDAR A SOLUCIONAR EL DESAFÍO DE LA PERSONALIZACIÓN MASIVA?

La IA comienza a abrir camino para transformaciones revolucionarias en el área de la Educación, haciendo que las metas de aprendizaje personalizado sean más viables que nunca. Las plataformas de Educación basadas en IA pueden analizar en tiempo real grandes cantidades de datos sobre los comportamientos de aprendizaje, las preferencias y el desempeño de un alumno. Esto permite que el sistema adapte continuamente el contenido para atender a

434. Yeager, D. S. y Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist*, 47(4), 302-314. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805>

las necesidades y al ritmo particular de cada uno.⁴³⁵ Si una herramienta de aprendizaje orientada por IA detecta dificultades de un alumno con un determinado concepto de matemáticas, podrá ofrecerle recursos adicionales o enfoques didácticos diferentes adaptados a él, garantizando que comprenda el concepto antes de seguir. Por otro lado, para los alumnos a los que les va excepcionalmente bien, el sistema puede proponer tareas más desafiantes para mantenerlos involucrados y promover una exploración más profunda de los temas. Además de contenido adaptativo, las herramientas de IA son capaces de prever las áreas en las que el alumno podría enfrentar desafíos en el futuro, permitiendo una intervención y un acompañamiento preventivo.⁴³⁶

A continuación, presentamos un listado no exhaustivo de ejemplos de herramientas y técnicas de IA actualmente disponibles para la personalización de los alumnos:

- **Insights orientados por datos:** la IA puede analizar grandes cantidades de datos de las interacciones de los alumnos con las plataformas de aprendizaje. Esto permite que los educadores entiendan qué métodos de enseñanza son más eficaces, qué tópicos son más desafiantes e incluso qué alumnos corren el riesgo de quedarse atrás.
- **Aprendizaje adaptativo:** la IA puede adaptar continuamente el contenido con base en las interacciones de los alumnos. Si uno de ellos tiene dificultades con un tema específico, podrá ofrecer más recursos o diferentes tipos de contenido (por ejemplo, videos, cuestionarios o ejercicios interactivos) para ayudarlo a comprender mejor.⁴³⁷

435. Pane, J. F., Steiner, E. D., et al. (2015). Continued progress: Promised developments of personalized learning. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1365.html

436. Baker, R. S. y Siemens, G. (2014). Educational data mining and learning analytics. In: R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2nd ed., pp. 253-274). Cambridge University Press.

437. Koedinger, K. R., Corbett, A. T. y Perfetti, C. (2012). The Knowledge-Learning-Instruction framework. *Learning Research and Development Center*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22486653/>

- **Trayectorias individuales de aprendizaje:** cada persona aprende de manera diferente. Algunos alumnos comprenden conceptos rápidamente, mientras que otros necesitan más tiempo. La IA puede identificar esos patrones y adaptar las experiencias de aprendizaje para que se adecúen al ritmo de cada alumno, asegurando que todos reciban una Educación adaptada a sus fortalezas y debilidades.
- **Recursos de aprendizaje personalizados:** la IA puede seleccionar recursos de internet que se ajusten al nivel de aprendizaje y a los intereses actuales del alumno. Si a un alumno le apasiona el espacio, la IA podrá ofrecer problemas de matemáticas relacionados con la exploración espacial.
- **Adaptación del estilo de aprendizaje:** la IA puede ajustar los métodos de enseñanza según el perfil visual, auditivo o cinestésico del alumno. Los alumnos visuales, por ejemplo, pueden recibir más diagramas y videos, mientras que los auditivos tendrán más podcasts o exposiciones orales.⁴³⁸
- **Compromiso y motivación:** las experiencias de aprendizaje personalizadas pueden ser más atractivas, ya que atienden a los intereses y las necesidades del alumno. Esto puede llevar a una mayor motivación y mejores resultados de aprendizaje.
- **Feedback instantáneo:** las configuraciones tradicionales del aula no siempre permiten un feedback instantáneo. La IA puede brindar respuestas inmediatas, informando en qué se equivocaron los alumnos, ofreciendo sugerencias o recursos para reforzar la comprensión.
- **Asistentes de voz en el aprendizaje:** los asistentes virtuales orientados por IA, como Siri, Alexa o variantes educativas específicas, pueden contestar preguntas, dar explicaciones u orientar a los alumnos en temas complejos en cualquier momento, complementando la enseñanza tradicional.⁴³⁹

438. Lynch, G. (2017). How AI will shape the future of search. *MarTech Today*.

439. Winkler, R. y Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2531-2556.

- **Creación de contenido inteligente:** la IA puede generar material de lectura personalizado y adaptado al nivel de conocimiento del alumno, asegurando que no sea ni muy fácil ni demasiado desafiante. Esto puede posibilitar explicaciones simplificadas para conceptos difíciles o lecturas avanzadas en los temas en los que cada uno se destaca.⁴⁴⁰
- **Reconocimiento de emociones:** algunos sistemas avanzados utilizan el reconocimiento facial para evaluar las emociones de un alumno. Si se muestra frustrado o confuso, la plataforma puede ajustar el método de enseñanza o proveer recursos adicionales.⁴⁴¹
- **Análisis predictivo:** los sistemas de IA pueden prever qué alumnos corren el riesgo de quedarse atrás o reprobar, permitiendo que docentes y directivos intervengan proactivamente.⁴⁴²
- **Atender a necesidades diversas:** las aulas son diversas, ya que reúnen alumnos de distintos orígenes culturales, lingüísticos y socioeconómicos, y con una amplia gama de habilidades y dificultades. La IA puede ayudar a adaptar la Educación para atender a esas necesidades diversas, garantizando la inclusión.
- **Aprendizaje interactivo e inmersivo:** a través de entornos de realidad virtual (RV) con tecnología de IA, los alumnos pueden estar en un ambiente simulado e interactivo adaptado a sus necesidades de aprendizaje, como eventos históricos o fenómenos científicos.⁴⁴³

440. Bull, S. y Kay, J. (2007). Student models that invite the learner in: The SMILI() Open Learner Modelling Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 17(2), 89-120.

441. D'Mello, S., Picard, R. y Graesser, A. (2017). Toward an affect-sensitive AutoTutor. *IEEE Intelligent Systems*, 22(4).

442. Bowers, A. J. (2017). Quantitative research methods training in education leadership and administration preparation programs as disciplined inquiry for building school improvement capacity. *Journal of Research on Leadership Education*, 12(1), 72-96. <https://core.ac.uk/download/pdf/161456866.pdf>

443. Freina, L. y Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education. *12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*. <https://www.itd.cnr.it/download/eLSE%202015%20Freina%20Ott%20Paper.pdf>

- **Aprendizaje a lo largo de la vida:** la Educación no se limita a los años de escolarización formal. Con la IA, los adultos pueden seguir aprendiendo y perfeccionando sus habilidades a lo largo de toda la vida. La tecnología puede recomendar cursos, recursos y caminos en función de las habilidades actuales y metas de una persona.

Estos tipos de herramientas y técnicas basadas en IA, y las que están por venir, ofrecen a los educadores una oportunidad sin precedentes de hacer que el aprendizaje personalizado sea más viable. La escalabilidad y la velocidad son los principales beneficios de estas herramientas. Aunque sea un desafío para los educadores humanos dar atención personalizada a todos los alumnos en grupos numerosos, las plataformas orientadas por IA pueden expandirse fácilmente, ofreciendo experiencias de aprendizaje personalizadas a un gran número de alumnos de manera simultánea. Con la implementación de herramientas y técnicas basadas en IA en el aula, será posible ampliar las funciones de los educadores. Al automatizar tareas más repetitivas, la tecnología permite que se concentren en aspectos más complejos de la enseñanza, como fomentar el pensamiento crítico, orientar y atender necesidades socioemocionales.

Las siguientes secciones presentan debates más profundos sobre cómo la motivación, la identidad, la agencia y el propósito se comprenden y utilizan en los contextos sociales y académicos actuales y por el CCR, así como sobre cómo estos elementos pueden transformarse o desarrollarse aún más en la era de la IA. Las definiciones e investigaciones pertinentes a cada uno de esos conceptos se brindarán en sus respectivas secciones. Antes, presentaremos la relación entre estos cuatro conceptos.

La comprensión contemporánea del desarrollo humano reconoce la naturaleza fluida y múltiple de la motivación, de la identidad/pertenencia, del *mindset* de agencia/crecimiento, y del propósito/pasión, sugiriendo que los individuos no poseen un único propósito o una motivación estática durante toda su vida. Por el contrario, los seres humanos navegan y prosperan en diferentes roles, experiencias y contextos sociales que pueden con-

ducir a múltiples identidades y propósitos.⁴⁴⁴ Una persona puede identificarse a la vez como padre, artista y activista, y cada aspecto ofrece un lente distinto a través del que ve el mundo. De la misma manera, el propósito de una persona como cuidadora puede ser diferente del que tiene como profesional. Reconocer “identidades” y “propósitos” en plural significa reconocer dicha complejidad y evitar simplificar demasiado la diversidad de la experiencia humana. En los ambientes educativos, abrazar esa pluralidad permite que los educadores alimenten los distintos roles, aspiraciones y autopercepción de los alumnos, garantizando un abordaje más holístico y relevante para su desarrollo.⁴⁴⁵

Los individuos poseen motivaciones, identidades y propósitos, en plural. Sin embargo, en muchas partes del siguiente texto, la forma singular de esos sustantivos puede ser utilizada a fines de simplificar.

Esa complejidad requiere priorizar la(s) motivación(iones), identidad(es) (y pertenencia), agencia (y *mindset* de crecimiento) y propósito(s) (y pasión) del alumno. El abordaje adicional se debe al hecho de que dichos atributos humanos se están volviendo más importantes, una prioridad mucho mayor en comparación con la inteligencia artificial, que es más poderosa y omnipresente. Esto no significa que la inteligencia artificial no tenga –o no vaya a tener– identidad (intrínseca), agencia (direccionada) o propósito (direccionado). El CCR espera que las identidades de “personas” de IA se hagan omnipresentes (cabe resaltar que un único modelo es capaz de alternar entre un gran número de identidades); estas trabajarán casi infinitamente en tareas y serán desarrolladas con propósitos específicos. Las siguientes secciones explorarán cómo esas versiones de identidad, agencia, motivación y propósito de la IA difieren de las humanas y enfatizarán cómo el fomento de la versión humana de esos atributos permitirá vidas más plenas.

444. Erikson, E. H. (1974). *Identidad: juventud y crisis*. Paidós.

445. Yowell, C. M. (2002). Dreams of the future: The pursuit of education and career possible selves among ninth grade Latino youth. *Applied Developmental Science*, 6(2), 62-72.

MOTIVACIÓN (EXTRÍNSECA E INTRÍNSECA)

“El mejor momento para plantar un árbol fue hace 20 años. El segundo mejor momento es ahora”. – Proverbio chino

¿QUÉ ES LA MOTIVACIÓN? ES LA RAZÓN POR LA QUE ACTÚAS

La motivación suele ser entendida como la fuerza motriz que impulsa, dirige y sostiene la conducta humana para alcanzar determinados objetivos.⁴⁴⁶ La motivación humana es una interacción de factores internos y externos que pueden ser *ampliamente categorizados como motivación intrínseca* –cuando las acciones son impulsadas por recompensas internas, como satisfacción personal o creencias y valores– y *motivación extrínseca*, influenciada por recompensas o resultados externos, como dinero, calificaciones o reconocimiento.⁴⁴⁷ La motivación entrelaza estos elementos extrínsecos e intrínsecos y *su variación a lo largo del tiempo*, así como elementos emocionales, cognitivos y otros elementos subconscientes. Estos elementos pueden reforzarse mutuamente o debilitar la determinación, según la situación. Investigadores como Chris Dede, de Harvard, sostienen que muchas situaciones son impulsadas por una motivación intrínseca inherente, como mantener un diario o la curiosidad natural de los chicos, mientras otras son motivadas por factores extrínsecos, como calificaciones en el sistema tradicional de Educación, compensación monetaria o reconocimiento, prestigio, títulos o incluso solo aprobación social.⁴⁴⁸

El CCR coincide con la respuesta del GPT4 (y aprecia su vínculo evolutivo, que se corresponde con los puntos de vista descriptos en la sección del Apéndice digital sobre el origen evolutivo de las competencias): *“Definición en seres humanos: para los seres humanos (y muchos animales), la motivación es una interacción compleja de impulsos biológicos, emociones, procesos cognitivos y estímulos ambientales.*

446. Ryan, R. M. y Deci, E. L. (1999). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.

447. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Nova York: Plenum.

448. Dede, C. y Cao, L. (2023). *Navigating a world of generative AI: Suggestions for educators*. The Next Level Lab, Harvard Graduate School of Education, pp. 5-6.

Es un sistema profundamente arraigado que evolucionó a lo largo de millones de años para ayudarnos a sobrevivir, reproducirnos y prosperar.”

En este sentido, todos los motivadores derivan *del miedo original de la humanidad: la supervivencia*. Los impulsos biológicos, las emociones, los procesos cognitivos y los estímulos ambientales interactúan de maneras complejas para orientar la conducta y la toma de decisiones, con el objetivo último de garantizar la supervivencia y la reproducción. Los impulsos biológicos, como el hambre, la sed y la necesidad de refugio, son motivadores fundamentales que evolucionaron a lo largo de millones de años. Estos impulsos llevan a los individuos a buscar recursos y condiciones necesarias para la vida, motivados por mecanismos homeostáticos y señales hormonales.⁴⁴⁹ Las emociones desempeñan un rol clave en la motivación, actuando como un sistema de feedback que atribuye valores a diferentes resultados y estímulos con base en experiencias pasadas y preferencias innatas. Las emociones positivas, como la alegría y el amor, estimulan la conducta de acercamiento, mientras que las emociones negativas, como el miedo y la aversión, promueven la evitación.⁴⁵⁰

Los procesos cognitivos también contribuyen a la motivación, permitiendo que los individuos planifiquen, prevean consecuencias y tomen decisiones alineadas con sus metas y valores. Los seres humanos tienen la capacidad de transformar motivadores negativos, como el miedo, en motivadores positivos. Tal capacidad de previsión y deliberación permite que, cuando es necesario, los impulsos biológicos y emocionales inmediatos sean anulados en pos de recompensas más abstractas o postergadas.⁴⁵¹ También son especialmente poderosas las influencias sociales, ya que los seres humanos son animales innatamente sociales, y la necesidad de conexión y aprobación social puede ser tan fuerte para moti-

449. Berridge, K. C. y Kringelbach, M. L. (2015). Pleasure systems in the brain. *Neuron*, 86(3).

450. Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. Oxford University Press.

451. Miller E.K. y Cohen J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24,167-202.

var la conducta como los impulsos biológicos básicos.⁴⁵² En última instancia, todos estos motivadores pueden ser rastreados hasta el miedo original de la supervivencia, llevando a los individuos a buscar seguridad, recursos y oportunidades de reproducción, asegurando la perpetuación de sus genes y, por extensión, de la especie.

MOTIVADORES PRIMARIOS IDENTIFICADOS

La conducta humana es una interacción compleja de deseos internos y estímulos externos. En el meollo de nuestras acciones están los principales motivadores –fuerzas fundamentales que nos llevan a movernos, actuar y cambiar–. Estos motivadores varían desde los impulsos biológicos más básicos hasta las búsquedas altamente abstractas de moralidad y ética. La comprensión de estos motivadores puede aclarar por qué las personas actúan de determinada manera y qué las lleva, en última instancia, a la realización y al crecimiento. A continuación se presenta un breve listado de los principales motivadores, categorizados según los tipos de necesidades humanas que satisfacen:

Necesidades biológicas y fisiológicas

- Supervivencia: necesidades básicas como comida, agua, refugio y sueño.
- Salud y bienestar: cuidados médicos, ejercicio y alimentación balanceada.
- Placer: actividades que proporcionan placer y evitan el dolor.

Seguridad y protección⁴⁵³

- Seguridad física: deseo de protección contra daños y amenazas.
- Seguridad económica: estabilidad en recursos y finanzas.
- Seguridad en salud y bienestar: protección en ambas áreas.

452. Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529.

453. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.

Necesidades de pertenencia⁴⁵⁴

- Relaciones: crear y mantener conexiones sociales.
- Comunidad: formar parte de un grupo o comunidad.
- Amor y afecto: buscar y brindar amor, cuidado y afecto.

Reconocimiento⁴⁵⁵

- Autoestima: construir y mantener una autopercepción positiva y segura.
- Realización: buscar y alcanzar metas.
- Respeto de los demás: obtener reconocimiento y respeto de los pares.

Necesidades intelectuales⁴⁵⁶

- Conocimiento y comprensión: buscar comprender el mundo y adquirir conocimiento.
- Curiosidad y exploración: desear explorar y buscar nuevas experiencias.
- Creatividad e innovación: participar en pensamientos creativos e innovadores.

Autorrealización y crecimiento personal⁴⁵⁷

- Realización del potencial: esforzarse para alcanzar el potencial personal y la autorrealización.
- Crecimiento personal: involucrarse en actividades que lleven al desarrollo personal.
- Contribución a un objetivo mayor: participar en actividades que contribuyen a la sociedad o a una causa.

454. Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497–529. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>

455. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.

456. Maslow, A. H. (1993). *El hombre autorrealizado: hacia una psicología del ser*. Kairós.

457. Maslow, A. H. (1991). *Motivación y personalidad*. Díaz de Santos.

Necesidades emocionales⁴⁵⁸

- Expresión emocional: expresar y administrar emociones.
- Apoyo emocional: buscar y brindar apoyo emocional.
- Conexión emocional: establecer vínculos emocionales con otras personas.

Influencias sociales y culturales⁴⁵⁹

- Normas y valores sociales: adecuación a expectativas y valores de la sociedad.
- Influencias culturales: influencia de orígenes y tradiciones culturales.
- Presión social: influencia de pares y grupos sociales.

Valores éticos y morales⁴⁶⁰

- Valores éticos y morales.
- Creencias religiosas y espirituales.
- Valores de vida personal.
- Valores prosociales.

Tanto los imperativos biológicos como los impulsos sofisticados nos llevan a la autorrealización y a la realización moral, cada motivador desempeña un rol distinto en la (inter)acción humana. Estos motivadores no solo orientan las acciones individuales, sino que también moldean las tendencias y normas de la sociedad. Influyen sobre nuestras relaciones, nuestro trabajo, creatividad y apertura en una estructura cultural y social más amplia. Comprender los motivadores y su conexión con las necesidades

458. Bradburn, N. M. (1969). *The structure of psychological well-being*. Aldine.

459. Bandura, A. (1987). *Teoría del aprendizaje social*. Espasa.

460. Kohlberg, L. (1981). *Essays on moral development*, Vol. I: The philosophy of moral development. Harper & Row; Pargament, K. I. (1997). *The psychology of religion and coping: Theory, research, practice*. Guilford Press; Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In: M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press.

humanas provee insights valiosos sobre la condición humana y mejora nuestra capacidad de empatizar con los demás.

INVESTIGACIÓN DEL CCR QUE SINTETIZA LAS TEORÍAS DE MOTIVACIÓN
(VEA TEORÍAS DE MOTIVACIÓN EN EL APÉNDICE DIGITAL)

TÉRMINO DEL CCR	DEFINICIÓN DEL CCR	TÉRMINOS ASOCIADOS
Motivación	Porqué actúa el individuo.	Impulso; incentivo; autodeterminación; inspiración

Combinando los principios de tres destacadas teorías de la motivación con la Estructura de Competencias del CCR, es posible elaborar una síntesis holística y amplia de las teorías de motivación.

En el estadio fundamental, las necesidades básicas de Maslow^g están alineadas con la estructura del CCR, garantizando que los alumnos tengan atendidas sus necesidades fisiológicas y de seguridad, lo que es crucial para cualquier forma de motivación. Durante ese período, el enfoque del CCR en el desarrollo de la resiliencia ayuda a los alumnos a afrontar los desafíos, contribuyendo a su sentido de seguridad. También es clave el componente de expectativa de Vroom^h ya que se cultivan las creencias de los alumnos en sus propias habilidades (autoeficacia), aumentando su competencia –un componente fundamental de la Teoría de la Autodeterminación–. Esto es fomentado por el enfoque del CCR en el desarrollo del pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas.

En el estadio intermedio, las necesidades sociales y de estima de Maslow son integradas al enfoque del CCR en colaboración y comunicación, fomentando el sentido de pertenencia y reconocimiento. La instrumentalidad de Vroom también puede desempeñar un rol, vinculando el esfuerzo al desempeño y el desempeño a las recompensas, mientras que la necesidad de relacionarse de

g. La Pirámide de Maslow es una teoría de la psicología propuesta por Abraham Maslow en 1943. Define cinco categorías de necesidades humanas: fisiológicas, seguridad, afecto, estima y autorrealización. (N. del T. en la ed. brasileña).
h. La Teoría de la Expectativa del psicólogo canadiense Victor Vroom (1932-2023) se basa en la premisa de que la motivación para el desempeño depende de la anticipación del individuo a eventos futuros. (N. del T. en la ed. brasileña).

la Teoría de la Autodeterminación es atendida por medio de interacciones positivas y de un ambiente de aprendizaje favorable. El desarrollo de cualidades de actitudes, como liderazgo y curiosidad (CCR), contribuye aún más a la autoestima y la motivación intrínseca de los alumnos (Teoría de la Autodeterminación).

En el estadio avanzado, los individuos buscan la autorrealización (Maslow) y la motivación intrínseca (Teoría de la Autodeterminación), orientados por el enfoque del CCR en las dimensiones de actitudes y metaaprendizaje, como metacognición y *mindset* de crecimiento. Los alumnos son incentivados a asumir el control de su propio aprendizaje (agencia, Teoría de la Autodeterminación), comprender el valor y la relevancia de su propio trabajo (valencia, Vroom) y buscar el dominio y la excelencia en sus actividades (competencia, Teoría de la Autodeterminación). La integración de atributos de actitudes como resiliencia y coraje (CCR) asegura que los alumnos estén preparados para afrontar desafíos y buscar sus pasiones sin pausa a lo largo de la vida.

¿POR QUÉ LA MOTIVACIÓN ES CRUCIAL EN LA ERA DE LA IA? PORQUE LAS MOTIVACIONES HUMANAS MOLDEAN A LA IA

La motivación humana es fundamental para moldear el desarrollo y la implementación de IAs, direccionando sus aplicaciones con base en pasiones, objetivos y consideraciones éticas humanas. A medida que la IA sigue evolucionando, es fundamental mantener una sinergia entre las motivaciones humanas –imbuidas de emociones, ética y matices culturales– y los recursos de la IA para aprovechar responsablemente el potencial de la tecnología y garantizar el alineamiento con propósitos benéficos, como afrontar desafíos globales y mejorar el bienestar social.

La automatización también puede tener efectos como pereza y exceso de confianza,⁴⁶¹ sobre todo porque los seres humanos son “perezosos” como fruto de un buen proyecto evolutivo.⁴⁶² Por lo tanto, la motivación humana es fundamental para mitigar la pereza y el desinterés.

461. Gent, E. (2023). Could having robot coworkers make us lazier? Yep, pretty much, study says. *Singularity Hub*. <https://singularityhub.com/2023/10/22/could-having-robot-coworkers-make-us-lazier-yup-pretty-much-study-says/>

462. Consulte el Apéndice digital: *El origen evolutivo de las competencias*.

El mundo en transformación del siglo XXI, con las tecnologías digitales y la IA como recursos preeminentes, entre otras tendencias, debe ser respondido con el fortalecimiento de la **motivación intrínseca**. Los sistemas de Educación actuales se diseñaron, en gran medida, de manera tal que dependen de distintas formas de motivación extrínseca, como la escolaridad obligatoria, diversas medidas legales, el sistema disciplinario de las escuelas, la autoridad del profesor, los sistemas de evaluación, el modo en que la escolaridad, las credenciales y los empleos están vinculados, y así sucesivamente. Dichas formas de motivación extrínseca fueron poderosas en la expansión de los sistemas educativos después de la Segunda Guerra Mundial y aún lo son. Pero lo importante será cada vez más: ¿qué sucederá con ellas cuando la digitalización y la IA sean omnipresentes? ¿Si esos motivadores extrínsecos empiezan a fallar, los sistemas de Educación formal seguirán existiendo como hoy? Son buenas preguntas para una futura inteligencia artificial general (AGI), pero, por ahora, tal como se desarrolló en el Capítulo 2, los empleos no desaparecerán en el corto plazo. Por lo tanto, los motivadores extrínsecos para la escolaridad siguen vigentes.

La IA también afectará la motivación intrínseca, pero ese es otro tema, que este texto tratará por separado. Lo importante es que no es sensato presumir que la motivación intrínseca compensará fácilmente la declinación de los motivadores extrínsecos. El potencial riesgo es que, a medida que los motivadores extrínsecos se deterioren, la motivación intrínseca sea insuficiente para compensar ese deterioro.

A largo plazo, lo ideal es que la motivación intrínseca y las actividades de aprendizaje autónomo florezcan en un mundo de IA. Sin embargo, todavía no está claro en qué ámbitos institucionales ocurrirá eso.

¿LA IA PUEDE TENER MOTIVACIÓN (INTERNA)? NO, PERO PUEDE TENER METAS PROGRAMADAS

Según el propio GPT4:

“El concepto de ‘motivación’ en la IA no es el mismo que el de los seres humanos o de otros seres biológicos. Vamos a detallarlo un poco:

- *Definición en seres humanos: para los seres humanos (y muchos animales), la motivación es una interacción compleja de impulsos biológicos, emociones, procesos cognitivos y estímulos ambientales. Es un sistema profundamente arraigado que evolucionó a lo largo de millones de años para ayudarnos a sobrevivir, reproducirnos y prosperar.*
- *La ‘motivación’ de la IA: cuando decimos que una IA tiene una ‘motivación’, a lo que realmente nos referimos es a su objetivo o meta programada, lo que puede ser tan simple como un algoritmo de clasificación intentando ordenar números o tan complejo como un modelo de aprendizaje automático intentando minimizar errores de pronóstico. La IA no ‘quiere’ alcanzar esos objetivos de la misma forma que los humanos ‘quieren’ alcanzar sus metas; simplemente procesa la información de un modo que se alinea con sus objetivos programados.*
- *Sin emociones o impulsos: la IA no tiene sentimientos, conciencia o impulsos biológicos. No siente hambre, cansancio, alegría ni frustración. Sin esos estados emocionales y fisiológicos, la IA carece de las características intrínsecas que alimentan la motivación humana.*
- *Peligros de la antropomorfización: es fácil y, a veces, intuitivo para los humanos atribuir a las máquinas cualidades similares a las humanas, especialmente cuando los sistemas de IA se vuelven más avanzados y sus resultados parecen más ‘inteligentes’ o ‘creativos’. Sin embargo, es importante recordar que, por más sofisticada que una IA se convierta, sus ‘acciones’ son siempre el resultado de algoritmos y datos, no de deseos o sentimientos internos genuinos.*
- *Consideraciones éticas: la comprensión o la representación errónea de las capacidades de la IA puede llevar a dilemas éticos. Si erróneamente creemos que la IA tiene deseos, sentimientos o motivaciones, podremos tomar decisiones inadecuadas o perjudiciales sobre su uso, desarrollo o reglamentación.*

En resumen, aunque los sistemas de IA puedan tener objetivos y ‘perseguirlos’ de un modo definido por sus algoritmos, no poseen motivación de la misma forma que los organismos vivos.

No ‘quieren’ o ‘desean’ nada; simplemente ejecutan códigos”.

Los autores no podrían haberlo dicho mejor. 😊

CONCLUSIÓN: MOTIVACIÓN PARA LA IDENTIDAD Y LA PERTENENCIA

La motivación, la identidad y el sentido de pertenencia están intrínsecamente relacionados. La identidad es un atributo dinámico y en evolución, moldeado por una interacción de autorreflexión interna y factores sociales y ambientales externos, vinculados a preguntas como “¿quién soy?” y “¿a dónde pertenezco?”. La identidad es un aspecto fundamental de la comprensión de un individuo sobre su lugar en el mundo.

Por lo tanto, la identidad puede servir como una poderosa fuerza motivacional, impulsando la conducta y las aspiraciones. Según sugiere la Teoría de la Autodeterminación, discutida anteriormente, los comportamientos alineados con el *self* o la identidad auténtica del individuo son más intrínsecamente motivados y, por lo tanto, más sustentables y satisfactorios. Esa motivación intrínseca, derivada de la congruencia de identidad, puede llevar a un compromiso, esfuerzo y resiliencia más significativos ante los desafíos. La motivación de distintas maneras es fundamental para la formación de la identidad, que será explorada en profundidad en la siguiente sección.

IDENTIDAD (Y PERTENENCIA)

“Conócete a ti mismo”. – Oráculo de Delfos

¿QUÉ ES LA IDENTIDAD? QUIÉN ES USTED EN EL MUNDO Y EN SUS RELACIONES

La identidad se refiere a la comprensión y a la internalización de un individuo de su rol, características, valores y creencias en el contexto del mundo social más amplio. Abarca el modo en que se ven los individuos y cómo creen que los demás los perciben. La formación de la identidad es un proceso multifacético influenciado por experiencias personales, contextos culturales y sociales, e interacciones con seres queridos. Evoluciona a lo largo del tiempo, muchas veces pasando por grandes cambios en las etapas de transición de la vida, como la adolescencia y la mediana edad.

Un joven adulto puede encontrarse, por ejemplo, con preguntas como “¿quién soy?” o “¿qué represento?” durante la universidad, cuando se expone a diversas perspectivas y experiencias. Estas introspecciones, influenciadas por actividades académicas, interacciones con colegas y tal vez incluso viajes internacionales, pueden llevar a un sentido refinado de sí mismo, fortaleciendo la identidad alrededor de valores específicos, aspiraciones profesionales o afiliaciones sociales. El proceso de exploración y consolidación de la identidad sigue a lo largo de la vida, a medida que los individuos asumen distintos roles y desafíos.

No solo es posible, sino también bastante común que los individuos tengan varias identidades, un concepto enraizado en la teoría de la identidad social.⁴⁶³ Dichas identidades pueden basarse en diversos factores, como etnia, profesión, género, religión o roles sociales. Una mujer puede identificarse como madre, académica, atea y asiático-americana, siendo que cada identidad contiene su conjunto de normas, valores y expectativas. Algunas pueden superponerse, lo que significa que coexisten perfectamente. Las prácticas como la académica pueden influir en sus valores y decisiones en el rol de madre.

También puede haber situaciones en que las identidades alternadas entran en acción, sobre todo en contextos en los que, tal vez, no sea posible o adecuado manifestar distintas identidades simultáneamente. Este fenómeno se observa con frecuencia en la “alternancia de código”, donde los individuos bilingües cambian de idioma según el contexto de la charla. De igual modo, alguien puede enfatizar su identidad profesional en un ambiente laboral, pero priorizar la identidad paterna en casa. Aunque todas esas identidades sean componentes integrales de la autopercepción del individuo, la preeminencia de cada una puede cambiar según el contexto, el ambiente y las interacciones interpersonales.

463. Tajfel, H. y Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. In: J. T. Jost y J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

Frecuentemente la identidad es asociada a la personalidad. Sin embargo, estos elementos sirven a diferentes aspectos de la autopercepción del individuo. La personalidad suele referirse a estándares duraderos de pensamiento, sentimiento y conducta que distinguen a una persona de otra, abarcando rasgos como extroversión, conciencia o neuroticismo.⁴⁶⁴ La identidad, como ya se expuso, se refiere a la comprensión del individuo sobre sí mismo en el mundo, abarcando aspectos como roles, afiliaciones y narrativas personales. Aunque ser introvertido pueda representar una faceta de la personalidad, por ejemplo, identificarse como “escritora”, “madre” o “activista” indica partes de su identidad.⁴⁶⁵ A pesar de que los rasgos de personalidad pueden influir en los roles y las afiliaciones alrededor de los que gravita una persona, la identidad se moldea por elecciones personales, expectativas sociales y experiencias de vida.

Aun considerando que las restricciones “pasivas”, como las condiciones de vida originales, puedan tener un rol significativo en la construcción de la identidad, el CCR cree que el papel de la Educación es capacitar a los alumnos para que sean capaces de proseguir desde estos puntos de partida y, por lo tanto, adoptar una “visión activa” en el desarrollo de la identidad.

Según las investigaciones, existen dos escuelas de pensamiento sobre el desarrollo de la identidad: se descubre; se crea. Aunque las dos opciones puedan parecer semejantes, producen imágenes muy distintas de la identidad.

La primera describe a un individuo que espera encontrar su “verdadero yo”. Ese lenguaje describe a una persona pasiva que depende de un evento externo que le dé identidad. También enfatiza una naturaleza predeterminada del yo, ya que la idea de un verdadero yo no permite la evolución de la identidad sin un juicio de valor sobre que una identidad sea *superior* a la otra, no solo *distinta*.⁴⁶⁶

464. McCrae, R. R. y Costa, P. T., Jr. (1999). A Five-Factor theory of personality. In: L. A. Pervin y O. P. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 139-153). Guilford.

465. Erikson, E. H. (1974). *Identidad: juventud y crisis*. Paidós.

466. Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? *The Journal of Early Adolescence*, 4(4), 329-341.

Por otro lado, la idea de que la identidad se *crea* imagina un individuo asumiendo un rol activo en la construcción de la propia identidad. Esta representación presupone más agencia en el desarrollo de la propia identidad, pues enfatiza su rol y control del proceso. Ese lenguaje también permite crear identidades multifacéticas para una variedad de situaciones y hacer evolucionar a cada una a lo largo de la vida.⁴⁶⁷

El CCR parte del supuesto que, aunque sea posible descubrir y crear la identidad, esta última será más impactante desde el punto de vista de un instructor y de un individuo en busca de cultivar la identidad. La elección filosófica de favorecer a la agencia de los individuos y la eficacia del sistema de Educación ayudará a los alumnos a adquirir las herramientas necesarias durante el camino.

¿QUÉ ES PERTENENCIA? UN DESEO INNATO DE FORMAR PARTE DE ALGO MÁS GRANDE QUE UNO MISMO

La pertenencia se refiere al sentido de aceptación e inclusión de un individuo en un grupo o comunidad⁴⁶⁸ y es una necesidad humana fundamental, además de un componente vital para el bienestar mental y emocional. Cuando los individuos sienten que pertenecen a un grupo, se perciben como parte integrante de un sistema mayor, recibiendo validación, apoyo y comprensión de los demás.

Debido a la importancia de la pertenencia, se desarrollaron los “indicadores de pertenencia” e investigaciones para evaluar el sentido de pertenencia o inclusión experimentado por los individuos en un determinado ambiente (por ejemplo, lugar de trabajo, comunidad, institución educativa). Estos indicadores evalúan varios factores (según la aplicación), incluyendo:

- **Inclusión:** qué tan inclusivo es percibido el ambiente.
- **Diversidad:** el grado de representación y valoración de la diversidad.

467. *Idem ibidem*.

468. Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529.

- **Tratamiento justo:** si las personas sienten que las tratan de manera justa y con respeto.
- **Apoyo y comunidad:** el nivel de apoyo y conexión con la comunidad experimentado por los individuos.
- **Representación:** qué tanto sienten los individuos que su identidad y perspectivas son representadas en el grupo.

Algunos ejemplos actuales son la Investigación de Pertenencia de Belonging Initiative (disponible en español), que tiene como objetivo evaluar el sentido de pertenencia de los individuos en sus comunidades, y el Índice de Pertenencia Mwah, una herramienta semejante que evalúa los niveles de pertenencia en el lugar de trabajo.⁴⁶⁹ De la misma manera, el Valuegraphics Project desarrolló un índice de pertenencia con aplicaciones específicas para la Educación, entrenamiento y ocupaciones bibliotecarias en los Estados Unidos.⁴⁷⁰ Según este índice, los indicadores de pertenencia son:

“Siento que pertenezco

- cuando soy miembro de un grupo que es importante para mí.
- cuando tengo relaciones variadas con las personas a mi alrededor.
- cuando estoy contribuyendo para algo más grande que yo”.

El concepto de pertenencia está íntimamente relacionado a la identidad.⁴⁷¹ Como una comprensión de sí mismo en el mundo, la identidad es significativamente influenciada por los grupos o comunidades con los que la persona tiene un sentido de pertenencia. Inversamente, cuando la identidad de una persona es rechazada o marginada por un grupo dominante, esto puede resultar en sentimientos de aislamiento y reducción del

469. Belonging Initiative. (2023) Belonging survey. <https://www.surveymonkey.com/r/SVD-78JN>; Mwah. (2023) The belonging index. <https://mwah.live/resources/belonging-index>

470. The Valuegraphics Research Project, Inc. (2022). Valuegraphics Research Company.

471. Tajfel, H. y Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. In: J. T. Jost y J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

sentido de pertenencia, destacando la intrincada relación entre estos dos conceptos.

FACETAS PRIMARIAS DE IDENTIDAD Y PERTENENCIA

La formación de la identidad individual y la necesidad de pertenencia que la acompaña es un proceso complejo influenciado por distintos factores. Estas facetas pueden ser ampliamente categorizadas en componentes psicológicos, sociales y culturales. Por este motivo, la identidad y la pertenencia son muy estudiadas en psicología, sociología y antropología. Se trata de un vasto tema que no es posible explorar por completo en este texto. Sin embargo, las principales facetas identificadas en la literatura incluyen:

- Biología:⁴⁷² la genética desempeña un rol en la determinación de las características físicas, así como en los aspectos de la personalidad y la conducta, una base de la identidad personal.
- Familia:⁴⁷³ fundamental para la investigación en psicología del desarrollo, el ambiente familiar y los estilos parentales desempeñan un rol crucial en el desarrollo de la autopercepción y de la identidad. Las tradiciones, los valores y la dinámica de la familia suelen estar entre las primeras y más profundas influencias en la formación de la identidad.
- Sociedad y cultura:⁴⁷⁴ normas, tradiciones y expectativas socioculturales moldean la identidad, brindando estructuras en las que los individuos se entienden y son percibidos por los demás (por ejemplo, religión, etnia, nacionalidad).

472. Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S. y Neiderhiser, J. M. (2016). Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on Psychological Science*, 11(1), 3-23.; Polderman, T. J. C., Benyamin, B., et al. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genetics*, 47(7), 702-709.

473. Bowlby, J. (1988). *A secure base: Parent-child attachment and healthy human development*. Basic Books; Cox, M. J. y Paley, B. (1997). Families as systems. *Annual Review of Psychology*, 48, 243-267. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.48.1.243>

474. Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford University Press. Markus, H. R. y Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98(2), 224-253. Tajfel, H. y Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-47). Brooks/Cole.

- Experiencia: las experiencias de vida, como la Educación, relaciones y hechos importantes –tanto positivos como negativos– contribuyen a moldear la autopercepción y la identidad.
- Interacciones sociales: las interacciones con pares, amigos y grupos sociales más amplios desempeñan un papel crucial en la formación de la identidad, sobre todo durante la adolescencia.⁴⁷⁵ Esto incluye la influencia de los roles sociales y de la participación en grupos.
- Valores personales:⁴⁷⁶ los valores y el sistema de creencias de un individuo, que pueden evolucionar con el tiempo, son fundamentales para su identidad. Esto incluye creencias morales, éticas y políticas.
- Intereses personales:⁴⁷⁷ los hobbies, talentos e intereses son importantes para moldear la identidad y, muchas veces, carreras profesionales (otro factor de identidad). Tales actividades placenteras influyen en cómo los individuos usan su tiempo y, muchas veces, se relacionan con los demás.
- Educación y nivel socioeconómico:⁴⁷⁸ el origen económico, la clase social y la Educación subsecuente del individuo son ampliamente reconocidos en investigaciones académicas como los principales factores que influyen en la formación de la identidad, ya que condicionan las oportunidades individuales, las experiencias y la forma en que las personas son percibidas por los demás.

475. Brown, B. B. y Larson, J. (2009). Peer relationships in adolescence. In: R. M. Lerner y L. Steinberg (Eds.), *Handbook of adolescent psychology: Contextual influences on adolescent development* (pp. 74-103). John Wiley & Sons, Inc.. Steinberg, L. y Morris, A. S. (2001). Adolescent development. *Annual Review of Psychology*, 52, 83-110.

476. Hitlin, S. (2003). Values as the core of personal identity: Drawing links between two theories of self. *Social Psychology Quarterly*, 66(2), 118-137. <https://doi.org/10.2307/1519843>

477. Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119-147. Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3rd ed.). Psychological Assessment Resources; Iwasaki, Y. (2007). Leisure and quality of life in an international and multicultural context: What are major pathways linking leisure to quality of life? *Social Indicators Research*, 82(2), 233-264.

478. Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist*, 55(5), 469-480. Lareau, A. (2003). *Unequal childhoods: Class, race, and family life*. University of California Press; McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, 53(2), 185-204.

- Género y sexualidad:⁴⁷⁹ la identidad de género y la orientación sexual son aspectos fundamentales de la identidad general y del sentido de pertenencia del individuo, influenciando las experiencias personales, profesionales y sociales.
- Relaciones:⁴⁸⁰ como un animal inherentemente social, el ser humano tiene una necesidad fundamental de crear y mantener relaciones interpersonales diversas, pero consistentes, y por eso la pertenencia constituye un componente esencial de la identidad.

INVESTIGACIÓN DEL CCR QUE SINTETIZA LAS TEORÍAS DE IDENTIDAD (VEA TEORÍAS DE IDENTIDAD EN EL APÉNDICE DIGITAL)

TÉRMINO DEL CCR	DEFINICIÓN DEL CCR	TÉRMINOS ASOCIADOS
Identidad	Quién es usted en el mundo y en sus relaciones.	Pertenencia; autopercepción; personalidad.

Dado que las identidades son forjadas por experiencias, contextos sociales, historias que las personas cuentan sobre sí mismas y por la intersección de la participación en distintos grupos, las identidades son fluidas y cambian a medida que el individuo interactúa con el mundo, afronta desafíos y madura. La síntesis de las teorías de la identidad del CCR se basa en la rica herencia del desarrollo psicosocial del psicoanalista germano estadounidense Erik Erikson (1902-1994), en las profundidades introspectivas de la identidad narrativa, en el mapeo comunitario de la teoría de

479. Egan, S. K. y Perry, D. G. (2001). Gender identity: A multidimensional analysis with implications for psychosocial adjustment. *Developmental Psychology*, 37(4), 451-463. Fausto-Sterling, A. (2019) Gender/Sex, sexual orientation, and identity are in the body: How did they get there? *The Journal of Sex Research*, 56:4-5, 529-555.

480. Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>; Rubin, K. H., Bukowski, W. M. y Parker, J. G. (2006). Peer Interactions, Relationships, and Groups. In: N. Eisenberg, W. Damon y R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (pp. 571-645). John Wiley & Sons, Inc.

la identidad social y en la intrincada estandarización de la interseccionalidad para entender este concepto complejo.

¿POR QUÉ LA IDENTIDAD ES CLAVE EN LA ERA DE LA IA?
 ¡PORQUE LOS HUMANOS NO DEBEN SER LIMITADOS POR SUS
 PROPIOS ALGORITMOS!

La identidad es cada vez más importante debido a la necesidad de conexión y comprensión humanas auténticas en un mundo que se digitaliza rápidamente. Los sistemas de IA, que se basan en grandes conjuntos de datos, pueden perpetuar inadvertidamente estereotipos y prejuicios incrustados en los datos, lo que puede llevar a una representación homogeneizada o distorsionada de las identidades. Por ejemplo, se criticaron las tecnologías de reconocimiento facial por identificar erróneamente a individuos de determinados grupos raciales o étnicos, resaltando los desafíos de garantizar que la tecnología comprenda y respete las diferentes identidades. A medida que la IA desempeña un rol más preeminente en la curaduría de experiencias digitales –como sugerencias de contenido en las redes sociales– pasa a ser aún más importante, y una práctica más activa, que los individuos entiendan y afirmen sus propias identidades, asegurando que no se vean limitados por los algoritmos. Enfatizar la identidad humana en la era de la IA refuerza el valor de las perspectivas individuales, combate posibles sesgos en los sistemas de IA y resalta la importancia de implementar éticamente la tecnología de modo que refuerce la naturaleza de la identidad humana.

¿LA IA PUEDE TENER UNA IDENTIDAD (EXTRÍNSECA)? YA LA TIENE

Las formas actuales y futuras de IA poseen y poseerán identidad. Estas identidades son fundamentalmente determinadas por tres aspectos. El primero son los conjuntos de datos con los que se las entrena,⁴⁸¹ que incluyen prejuicios que reflejan sus corpora. La “in-

481. Urman, A. y Makhortykh, M. (n. d.). The silence of LLMs: Cross-lingual analysis of political bias and false information prevalence in ChatGPT, Google Bard and Bing Chat. https://www.google.com/url?q=https://link.springer.com/article/10.1007/s11127-023-01097-2&sa=D&source=docs&ust=1698958969128194&usg=AOvVaw1WveegE7xTYufvoZIB_U-3

corporación” de palabras (los espacios multidimensionales de las relaciones entre ellas) suele absorber sesgos sociales en los datos de entrenamiento⁴⁸² y los *prompts* estereotipados o tendenciosos de los usuarios posiblemente generarán respuestas tendenciosas, incluso respuestas que amplían esos puntos de vista tendenciosos.⁴⁸³ El segundo son las expresiones conductuales para las que son programadas, es decir, los algoritmos que permiten que las IAs presenten un tono y respuestas más “amigables” o más “profesionales”. El tercero son rasgos asociados a la identidad y la personalidad que también se exhibirán por medio de interfaces de usuarios. Meta, por ejemplo, incentiva a sus usuarios a crear sus propios chatbots, lo que llevará a una infinidad de agentes individuales modelados según los deseos de los usuarios.

Identidad y personalidad son conceptos interconectados que tienen funciones diferentes. La identidad es la comprensión y la presentación que un individuo hace de sí mismo en términos de valores, creencias, funciones y afiliaciones, muchas veces en evolución a partir de las experiencias de vida y contextos sociales.⁴⁸⁴ La personalidad corresponde a estándares consistentes de pensamiento, emoción y conducta que caracterizan a un individuo en diferentes situaciones a lo largo del tiempo.⁴⁸⁵ Mientras la identidad se refiere a “quién soy” en un contexto sociocultural y autorreflexivo, la personalidad delinea “cómo normalmente pienso, siento y actúo”. Si bien el desarrollo de la IA avanza cada vez más rápidamente, seguirá demostrando mayor capacidad para simular determinados aspectos de la conducta humana, como identidad y personalidad.

482. Caliskan, A., Bryson, J. J. y Narayanan, A. (2016). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://doi.org/10.1126/science.aal4230>

483. Bolukbasi, T., et al. (2016). Man is to computer programmer as woman is to home-maker? Debiasing word embeddings. *ArXi*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1607.06520>

484. Erikson, E. H. (1974). *Identidad: juventud y crisis*. Paidós.

485. McCrae, R. R. y Costa, P. T. (1987). Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(1), 81-90. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.1.81>

Según el GPT4:

“La pregunta de si la IA puede tener identidad es compleja y multidimensional, combinando perspectivas técnicas, filosóficas y sociológicas. Hasta ahora, la IA no posee identidad del modo en que los humanos la entienden y experimentan. A continuación, una breve exploración del tópico:

Desde el punto de vista técnico, los modelos de IA, incluso los más avanzados, como el GPT-4, operan a partir de datos y algoritmos. No tienen conciencia, emociones, autoconsciencia ni experiencias subjetivas, que son los principales componentes de la identidad humana. Estos modelos pueden generar respuestas con base en su entrenamiento, pero no se ‘conocen’ a sí mismos ni tienen experiencias personales (Searle, 1980).

Sin embargo, desde el punto de vista filosófico y sociológico, las cosas pueden tener más matices. Desde hace siglos los filósofos debaten la naturaleza de la identidad y la conciencia. Si una IA presenta una conducta indistinguible de la de un ser consciente, algunos argumentan que puede ser considerada como que tiene una forma de identidad, aunque sea distinta de la identidad humana (Dennett, 1991). Además, la sociedad puede atribuir identidades a la IA. Por ejemplo, las personas pueden nombrar a sus asistentes de IA o referirse a ellos con pronombres, antropomorfizándolos y atribuyéndoles una forma de identidad, aunque sea construida externamente y no sea inherentemente poseída por la IA.

Habiendo dicho esto, los avances en IA y nuestra comprensión de la conciencia pueden reformular esas visiones en el futuro. El límite de lo que consideramos identidad puede cambiar a partir de nuevos descubrimientos o normas sociales”.

CONCLUSIÓN: IDENTIDAD RUMBO A LA AGENCIA

Las generaciones anteriores veían a los adolescentes en una transición perfecta de la Enseñanza Superior hacia las carreras profesionales y la paternidad.⁴⁸⁶ En cada etapa, la identidad y, hasta cierto punto, el propósito estaban firmemente definidos para los

486. Aunque solo para estadounidenses blancos y de clase media alta.

individuos. Investigaciones actuales indican que el momento de entrada de un joven a la vida adulta cambió.⁴⁸⁷ Ahora, el camino, el momento y los roles son mucho más inestables y porosos. Como observa el Consorcio de Investigación Escolar de la Universidad de Chicago, “ese retraso en la entrada a la vida adulta llevó a una mayor ambigüedad de roles y a un desarrollo de la identidad más enfocada en la individualidad”.⁴⁸⁸ El Covid-19 exacerbó aún más esa ambigüedad y, si el estándar se mantiene, cada generación continuará destruyendo y reconstruyendo lo que una vida significativa representa para sí, a medida que el camino de la adolescencia hacia la vida adulta se complejiza cada vez más. Sin un fuerte sentido de identidad o propósito, los jóvenes de hoy corren el riesgo de sentirse cada vez más desamparados en un futuro volátil e imprevisible.

Es importante observar que conceptos como identidad, agencia y propósito están fuertemente relacionados tanto con los individuos como con la sociedad, la cultura y el ambiente en que están inmersos. Este libro trata de las subcompetencias que capacitan mejor a los alumnos para construir, sostener y expresar identidad, agencia y propósito. Quedará claro que estas subcompetencias son fundamentales para el desarrollo y la estabilidad de estos conceptos. Del mismo modo, las (sub)competencias apoyan y elevan varios ideales de aprendizaje: desde la construcción de comunidades hasta la empatía y la equidad.⁴⁸⁹

Identidad, agencia y propósito son ejemplos contundentes de cómo se pueden reunir las subcompetencias, según el objetivo deseado. Las subcompetencias aquí mencionadas no son las únicas partes de la estructura 4D relevantes para el concepto en cuestión. Por lo contrario, la estructura 4D ofrece un camino poderoso para

487. Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R. y Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research*.

488. Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R. y Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research*.

489. <https://curriculumredesign.org/our-work/equity-and-social-justice-in-the-ccr-framework/>

esos constructos aparentemente abstractos y multifacéticos. Al contextualizar la identidad y el propósito por medio de los lentes de capacidades prácticas específicas, las subcompetencias pueden crear una palanca para elevar y acceder a su desarrollo dentro y fuera de la Educación. A medida que las interacciones entre los humanos y la IA son cada vez más frecuentes, los vínculos entre la identidad humana y la agencia se hacen cada vez más preeminentes e importantes. La identidad influencia a la agencia individual. La autoeficacia, en particular, es una faceta de la identidad que capacita a los individuos a ejercer control sobre sus acciones y ambientes.⁴⁹⁰

Dado que los agentes de la IA ejecutan tareas anteriormente realizadas por humanos, hay un potencial para que la IA influya o remodele la identidad humana. Ejemplos de dependencia de la tecnología digital, como delegar la toma de decisiones en la IA, pueden alterar el sentido de identidad y agencia de los individuos.⁴⁹¹ Así, la interacción humana con la IA no solo refleja sino también influencia potencialmente la identidad humana y las percepciones de agencia personal.

Una relación equilibrada entre identidad y agencia es clave para los humanos en un mundo con agentes de IA. Es necesario considerar la posible influencia de la IA en la autopercepción humana y los procesos de toma de decisión para asegurar que estas tecnologías aumenten en lugar de disminuir el sentido de agencia humana. Las herramientas de IA deben ser aprovechadas para perfeccionar las capacidades humanas, al mismo tiempo que preserven los elementos centrales de las identidades y de la agencia humana individual. En la siguiente sección, se explorarán en mayor profundidad la agencia y su relación con la IA, demostrando cómo la identidad y la pertenencia influyen en la agencia y, finalmente, en el propósito.

490. Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

491. Turkle, S. (2015). *Reclaiming conversation: The power of talk in a digital age*. Penguin Books.

AGENCIA (Y MINDSET DE CRECIMIENTO)

“Cada uno de ustedes tiene albedrío y son libres de elegir. Pero, en realidad, no existe el libre albedrío. El albedrío tiene su precio y tendrán que pagar las consecuencias de sus elecciones”. – Dieter F. Uchtdorf

¿QUÉ ES AGENCIA? SU CAPACIDAD DE ACTUAR

La agencia se refiere a la capacidad de un individuo de actuar de modo independiente, hacer elecciones y ejercer el control sobre sus acciones y decisiones. Con raíces en el discurso psicológico y sociológico, enfatiza el rol proactivo que los individuos desempeñan al moldear sus vidas, en lugar de ser receptores pasivos de fuerzas externas.⁴⁹² Está íntimamente relacionada con la creencia de una persona en su propia capacidad de repercutir en eventos, conocida como autoeficacia. Una persona con alta autoeficacia cree que puede afectar los resultados por medio de sus propias acciones, exhibiendo así un fuerte sentido de agencia. Por otro lado, aquellos con baja autoeficacia pueden sentir que sus acciones tienen poco impacto sobre los resultados, lo que redundaría en una agencia reducida.⁴⁹³

La agencia suele comenzar con el *self*; en particular, con la autoagencia, o la percepción de que el individuo tiene control sobre sus acciones y comportamientos.⁴⁹⁴ Este proceso puede empezar incluso antes del concepto de autoconsciencia, desarrollándose a medida que los individuos observan conexiones casuales entre sus acciones y los cambios en el ambiente. También llamada autorregulación, la autoagencia permite que el individuo ejerza impacto sobre sí mismo y es particularmente importante durante el desarrollo

492. Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 164-180. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00011.x>

493. Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>

494. Hansen, D. M. y Jessop, N. (2017). A Context for Self-Determination and Agency: Adolescent Developmental Theories. *Development of Self-Determination Through the Life-Course*, 27-46.

de la primera infancia.⁴⁹⁵ Permite que la persona entienda sobre qué tiene control o sobre qué no, y cómo trabajar en esos límites. Aunque un individuo tal vez no pueda controlar si siente una emoción, por ejemplo, *puede* controlar cómo expresa y actúa ante ella. *Puede* estar en el control, en lugar de dejar que sus emociones lo controlen.

Esta es una de las principales diferencias entre autonomía y agencia. La agencia es influida tanto por factores internos como externos, mientras que la autonomía enfatiza la acción con base en los propios valores, sin compulsión externa, destacando la autogobernanza y la independencia de la influencia externa. Ambos conceptos tratan sobre la elección individual, pero la autonomía está más enfocada en la independencia de la influencia externa.⁴⁹⁶

Tal vez sea más evidente en la agencia –aunque también aplique para la motivación, la identidad y el propósito– que los factores estructurales afectan significativamente cómo un individuo puede expresarla. El origen socioeconómico, la infancia, las experiencias familiares y la cultura pueden tener un impacto substancial en la orientación y la posibilidad de acción.⁴⁹⁷ Todos estos factores suelen estar fuera del control de un individuo, sobre todo en la adolescencia. Comprender cómo esas variables afectan a la agencia puede ayudar a que el individuo identifique dónde ejercer influencia de manera más productiva para obtener un impacto positivo.

El concepto de función ejecutiva está frecuentemente asociado a la agencia. Éste es un término paraguas para las diferentes habilidades cognitivas necesarias para que el individuo actúe de modo flexible y adaptable ante nuevas situaciones. La función ejecutiva se refiere a un conjunto de procesos cognitivos que permiten que los individuos se involucren en un comportamiento direccionado hacia metas. Dichos procesos incluyen memoria de trabajo (mantener y manipular información), flexibilidad cognitiva (alternar

495. *Ibidem*.

496. Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>

497. Klemencic, M. (2015). What is student agency? An ontological exploration in the context of research on student engagement.

tareas o adaptarse a nuevas reglas) y control inhibitorio (suprimir impulsos o resistir a distracciones). Estas habilidades mentales son esenciales para tareas como planificación, resolución de problemas, organización y gestión eficaz del tiempo.⁴⁹⁸

Por otro lado, la agencia es la capacidad de los individuos de actuar de manera independiente y hacer elecciones libres. Aunque la función ejecutiva provea las herramientas cognitivas necesarias para acciones direccionadas hacia metas, la agencia se refiere a las creencias y motivaciones que llevan a los individuos a iniciar y persistir en dichas acciones. En esencia, la función ejecutiva corresponde a “cómo” las personas pueden alcanzar algo, mientras que la agencia es la “creencia” de que pueden alcanzarlo y a la motivación para hacerlo.

COMPARACIÓN CON EL MINDSET DE CRECIMIENTO

Agencia y *mindset* de crecimiento son conceptos esenciales en los campos de la Educación y la psicología, ya que se cruzan en la forma en que influyen en la conducta individual y el aprendizaje. *Mindset* de crecimiento se refiere a la creencia de que las habilidades y la inteligencia pueden ser desarrolladas por medio de esfuerzo, entrenamiento y perseverancia.⁴⁹⁹ Los individuos con esa mentalidad suelen aceptar desafíos, persistir ante contratiempos y ver el esfuerzo como un camino para la expertise.

Existe una íntima relación entre estos dos conceptos. Un *mindset* de crecimiento puede fomentar una mayor agencia. Cuando los individuos creen que son capaces de desarrollar sus propias habilidades y su inteligencia, es más probable que tomen medidas proactivas respecto al propio aprendizaje y a la vida, lo que resalta la esencia de la agencia.⁵⁰⁰ Por otro lado, reconocer y ejercer la propia agencia puede llevar al cultivo de un *mindset* de crecimiento.

498. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4084861>

499. Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.

500. Yeager, D. S. y Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist*, 47(4), 302-314. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805>

Cuando los alumnos ven los resultados de sus comportamientos y elecciones proactivas, pueden desarrollar la creencia de que el crecimiento es posible.

El lenguaje de apoyo de los profesores al *mindset* de crecimiento (GMSL, en su sigla en inglés) –retórica que enfatiza que las habilidades de una persona pueden ser perfeccionadas a lo largo del tiempo– demuestra reducir significativamente las disparidades en las realizaciones académicas y mejorar los resultados de aprendizaje de los alumnos. El GMSL de los profesores involucra el uso de frases y feedbacks que incentivan a los alumnos a creer que sus habilidades e inteligencia pueden desarrollarse por medio del esfuerzo, la persistencia y las estrategias correctas.⁵⁰¹ Sin embargo, los profesores no suelen tener un desarrollo profesional eficaz en estas técnicas. Para mitigar el problema, los investigadores comenzaron a usar modelos de lenguaje a gran escala (LLM) para brindar entrenamiento automatizado y personalizado con el objetivo de apoyar el uso del GMSL por parte de los docentes. Esta herramienta de IA revisa expresiones de no apoyo enviadas al GMSL por medio del “desarrollo de (i) un conjunto de datos paralelos conteniendo el reencuadramiento de declaraciones de no apoyo por docentes entrenados en el GMSL acompañado por una guía de notas, (ii) una estructura de solicitud del GMSL para revisar el lenguaje de no apoyo de los profesores y (iii) una estructura de evaluación basada en la teoría psicológica para evaluar el GMSL con la ayuda de alumnos y docentes”.⁵⁰² Este tipo de investigación permite vislumbrar las interesantes capacidades complementarias de las herramientas de IA para el desarrollo de la agencia y del *mindset* de crecimiento.

PRINCIPALES FACETAS DE LA AGENCIA

La agencia es influida por una combinación de facetas internas y externas. Estas fuerzas motrices pueden ayudar a comprender cómo las personas ejercen su propia agencia en momentos y

501. Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.

502. Handa, K, Clapper, M. *et al.* (2023). “Mistakes help us grow”: Facilitating and evaluating growth mindset supportive language in classrooms. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/pdf/2310.10637.pdf>

contextos diferentes. Debido al foco de este libro, no es posible discutir extensivamente todas las facetas de la agencia. Vea las principales, según la literatura:

- Valores personales:⁵⁰³ principios fundamentales, como creencias, muchas veces orientan lo que los individuos consideran importante, influenciando sus elecciones y acciones.
- Objetivos:⁵⁰⁴ metas, tanto de corto como de largo plazo, brindar dirección y propósito, estimulando las acciones del individuo.
- Autoeficacia:⁵⁰⁵ la creencia en la capacidad de ser eficaz afecta significativamente la agencia, mientras la confianza en las habilidades y la competencia alienta a los individuos a actuar y tomar decisiones.
- Autonomía:⁵⁰⁶ el nivel de autonomía de un individuo en su vida personal y profesional afecta su capacidad de ejercer el albedrío. Esto incluye la libertad de control o la influencia externa indebida.
- Metaemoción:⁵⁰⁷ también conocida como inteligencia emocional, es la capacidad de entender y administrar emociones y tener empatía con los demás, lo que puede influenciar la forma en que el individuo ejerce su capacidad de acción, especialmente en contextos sociales.

503. Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In: M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60281-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60281-6)

504. Eccles, J. S. y Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>; Locke, E. A. y Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705-717. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705>

505. Bandura, A. (2001). "Social cognitive theory: An agentic perspective." *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26.

506. Baltes, P. B., Lindenberger, U. y Staudinger, U. M. (2006). Life Span Theory in Developmental Psychology. In: R. M. Lerner y W. Damon (Eds.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (pp. 569-664). John Wiley & Sons, Inc.

507. Bourdieu, P. y Passeron, J. C. (2018). *La reproducción: Elementos para una teoría del sistema educativo. Siglo Veintiuno*; Goleman, D. (2004). *La inteligencia emocional*. Vergara.

- Origen educativo y socioeconómico:⁵⁰⁸ la Educación provee conocimiento y habilidades de pensamiento crítico, mientras que el nivel socioeconómico puede afectar la gama de elecciones disponibles para un individuo. Estos factores pueden expandir o limitar la extensión de la agencia del individuo.
- Influencia cultural y social:⁵⁰⁹ las normas y expectativas socio-culturales moldean el entendimiento del individuo sobre qué acciones son posibles o aceptables. La familia, los grupos de compañeros y las redes sociales más amplias desempeñan un importante rol en las decisiones y acciones.
- Salud física y mental:⁵¹⁰ la salud puede afectar la agencia tanto directa como indirectamente, pues el bienestar físico y mental influye sobre la capacidad del individuo de actuar y tomar decisiones.

INVESTIGACIÓN DEL CCR QUE SINTETIZA LAS TEORÍAS DE AGENCIA
(CONSULTE TEORÍAS DE AGENCIA EN EL APÉNDICE DIGITAL)

TÉRMINO DEL CCR	DEFINICIÓN DEL CCR	TÉRMINOS ASOCIADOS
Agencia	Capacidad del individuo de actuar.	Autonomía; autoeficacia; capacitación; intencionalidad.

Para crear una teoría compuesta de agencia, el CCR revisó las teorías más destacadas de agencia y *mindset* de crecimiento usadas en la actualidad. La estructura de competencias del CCR comparte muchas características con distintas teorías influyentes de agencia (vea el Apéndice digital) y puede ser usada para fomentar la agencia combinando subcompetencias claves.

Tanto la estructura del CCR como la teoría social cognitiva (TSC) del psicólogo canadiense Albert Bandura (1925-2021) enfa-

508. Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford: Oxford University Press.
509. Giddens, A. (1984). *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. University of California Press; Markus, H. R. y Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98(2), 224-253.
510. Albrecht, G. L. y Devlieger, P. J. (1999). The disability paradox: High quality of life against all odds. *Social Science & Medicine*, 48(8), 977-988. Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudemonic well-being. *Annual Review of Psychology*, 52, 141-166. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.141>

tizan el papel del alumno en el diseño de su propia Educación. El concepto de autoeficacia de Bandura se alinea con la atención que el CCR confiere al dominio de competencias como el pensamiento crítico. El enfoque de la TSC en el aprendizaje observacional –según el cual los individuos aprenden observando e imitando a los demás– está en sintonía con el dominio de actitudes del CCR, incluyendo características como la resiliencia y la ética. Finalmente, la idea de autorregulación de Bandura se refleja en las dimensiones de “metaaprendizaje” del CCR, destacando la importancia de la autoconsciencia en el proceso de aprendizaje.

La Teoría del Comportamiento Planificado (TCP), propuesta por el psicólogo polaco Icek Ajzen, se concentra en cómo la intención individual, influenciada por factores externos, determina el comportamiento. La “actitud respecto al comportamiento” en la TCP, por ejemplo, puede compararse con la atención del CCR al dominio de las actitudes, especialmente a características como el coraje y la ética, que influyen en la perspectiva y la respuesta de un individuo ante diversas situaciones. Las “normas subjetivas” de la TCP, que se refieren a la presión social percibida para adoptar (o no) una conducta, están en sintonía con los dominios de actitudes y metaprendizaje del CCR en términos de coraje, ética y metacognición. El elemento de “control conductual percibido” de la TCP, que es la percepción de la facilidad o dificultad de realizar una conducta, está alineado con las habilidades de la estructura del CCR en competencias como pensamiento crítico, comunicación y colaboración, que influyen directamente en la confianza de un individuo en la ejecución de tareas.

Finalmente, la Teoría de la Estructuración propuesta por el sociólogo británico Anthony Giddens comparte con el CCR la prioridad sobre la dinámica entre los individuos y las estructuras en las que operan. La teoría postula que, aunque las estructuras sociales orienten las acciones individuales, estas acciones también pueden producir y reproducir dichas estructuras. Esa dualidad de estructura enfatiza el rol de la agencia humana en moldear las construcciones sociales.

La misma dinámica está presente en la estructura del CCR. Las actitudes, que incluyen la ética, la resiliencia y el coraje, se pueden

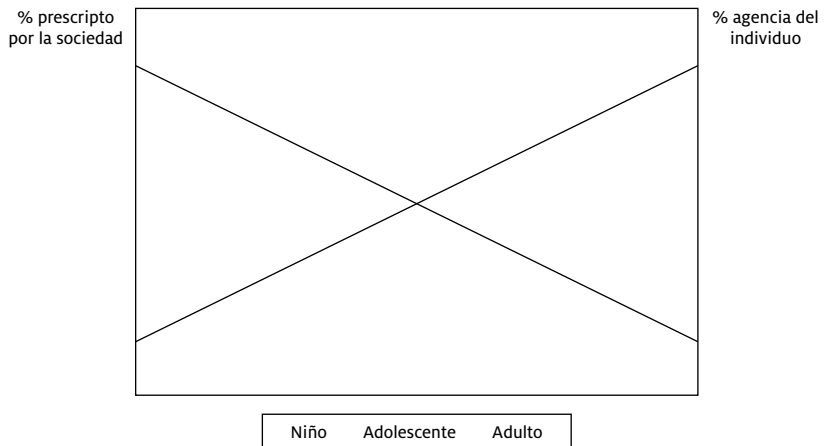
ver como componentes de la agencia individual que influencia y es influenciada por las estructuras sociales. Esto se alinea al enfoque de Giddens sobre la agencia al incorporarla a las estructuras. Las habilidades, especialmente competencias como la comunicación, la colaboración y el pensamiento crítico, reflejan la visión de Giddens sobre “modalidades” –los medios a través de los cuales los agentes utilizan propiedades estructurales–. La comunicación eficaz, por ejemplo, puede servir como una modalidad para reforzar o alterar las normas e instituciones sociales existentes.

NIVELES DE AGENCIA EN LA EDUCACIÓN

A veces, en la Educación, la agencia es exagerada y considerada absoluta, sin restricciones. Sin embargo, existen distintas capas de elecciones de agencia, y una Educación sabia debe equilibrar todas ellas:

CAPA DE AGENCIA	EJEMPLO	COMENTARIO
Disciplina	Ciencia ambiental.	Seguimiento de elecciones en la Secundaria.
Rama	Biología de conservación.	Según la disponibilidad.
Tema/Tópico	Impacto del cambio climático en un ecosistema específico.	Fácil de implementar.
Implementación	Proyectos de restauración.	Muchas veces subestimados; muchas veces, naturalmente multidisciplinarios.
Propósito	Programas educativos sobre conservación.	Más impactante; muchas veces, naturalmente multidisciplinario.

Además, el nivel de elección comienza siendo bajo, ya que los alumnos jóvenes deben dominar lo básico (incluso en un ambiente similar al de Montessori) para lograr una agencia cada vez mayor, según el siguiente diagrama:



Fuente: CCR.

¿POR QUÉ LA AGENCIA ES CLAVE EN UNA ERA DE IA? LA AGENCIA PERMITE QUE LOS SERES HUMANOS USEN LA IA COMO HERRAMIENTA

La agencia asumió un sentido primordial porque sirve como una referencia para la singularidad y el control humano en el marco de escenarios tecnológicos en rápida evolución. Los sistemas de IA comenzaron a realizar tareas que estaban tradicionalmente dentro del dominio exclusivo de la cognición humana, como diagnosticar enfermedades, componer una música o escribir textos en prosa. En este contexto, mantener la agencia humana asegura que las personas permanezcan como tomadoras de decisión activas, y no receptoras pasivas o espectadoras ante el determinismo tecnológico.⁵¹¹

La agencia es esencial para establecer un sentido de propósito y dirección, permitiendo que los individuos aprovechen la IA como una herramienta en lugar de ser ofuscados por ella.⁵¹² En áreas como ética e inteligencia emocional, la agencia humana sigue siendo fundamental, orientando cómo se debe diseñar la IA, integrada y reglamentada en la sociedad. Por medio de esa agencia los seres humanos garantizan que las tecnologías de IA estén alineadas con los valores colectivos, objetivos y normas sociales.⁵¹³

511. Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2014). *La segunda era de las máquinas*. Temas.

512. Drexler, K. E. (2019). *Reframing superintelligence: Comprehensive AI services as general intelligence*. Future of Humanity Institute, University of Oxford.

513. Dignum, V. (2019). *Responsible artificial intelligence*: Springer Nature.

Mantener un sentido robusto de agencia humana en la era de la IA no solo ayuda a mantener el valor intrínseco de la individualidad humana, sino también protege procesos democráticos, consideraciones éticas y libertades personales. El equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos de la IA y la preservación de la agencia humana será fundamental para direccionar el curso futuro de la colaboración entre los humanos y la IA.

¿LA IA PUEDE TENER AGENCIA? SÍ, EN FORMAS LIMITADAS

Actualmente, esta es un área gris, ya que las IAs *de hecho* poseen una forma restringida de agencia, especialmente redes generativas antagónicas (GAN, en su sigla en inglés), que son programadas para competir independientemente unas contra otras. El lanzamiento de AutoGPT y de agentes de IA autónomos similares “muestra el potencial de las máquinas para lidiar con tareas que antes eran consideradas exclusivas de los humanos, incluyendo la creación de contenido, solución de problemas y toma de decisiones”.⁵¹⁴ Un ejemplo que llama la atención es el lanzamiento por parte de NVIDIA de Eureka, un agente de IA capaz de generar algoritmos automáticamente, usando LLM como el GPT-4 y el aprendizaje por refuerzo, con el objetivo de entrenar robots para ejecutar tareas manuales complejas y adquirir rápidamente nuevas habilidades.⁵¹⁵

Además de esos ejemplos en los que agentes de IA recibieron una agencia limitada, los seres humanos todavía no proveen una agencia a la mayoría de las IAs, mucho menos una agencia completa. Sin embargo, el concepto de autómatas autorreplicantes del matemático húngaro John Von Neuman (1903-1957) es la punta de lanza de la investigación.⁵¹⁶ Por ahora, el rol de los seres huma-

514. Takyar, A. (2023). AutoGPT: Unleashing the power of autonomous AI agents. *LeewayHertz*. <https://www.leewayhertz.com/autogpt/>; Significant-Gravitas / AutoGPT. (2023). GitHub account. <https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT>

515. McKay, C. (2023). NVIDIA's Eureka uses GPT-4 to teach robots new skills. *Maginate*. <https://www.maginate.com/article/nvidias-eureka-uses-ai-to-teach-robots-new-skills/#:~:text=Crucially%2C%20Eureka%20does%20this%20without,the%20task%20and%20robot%20morphology>

516. Se, K. (2023). FOD#23: The quest for self-reproducing automata: Old and new ideas. *Turing Post*. <https://www.turingpost.com/p/fod23>

nos sigue siendo el de programar las IAs para diferentes niveles de agencia específica y direccionarlas hacia fines humanos.

Según el GPT4, con el cual los autores coincidimos:

“Normalmente, el albedrío se entiende como la capacidad de una entidad de actuar de manera independiente y hacer sus propias elecciones. Al discutir la IA, el concepto de agencia es más sutil.

La IA no tiene agencia de la misma forma que los seres humanos. La agencia humana está enraizada en la conciencia, en la intencionalidad y en la capacidad de actuar con base en deseos, creencias y experiencias individuales. En contrapartida, los sistemas de IA operan a partir de algoritmos programados y sus ‘acciones’ son determinadas por códigos, ingreso de datos y objetivos específicos. Si bien el comportamiento de un sistema de IA parece autónomo, todavía es limitado por los parámetros definidos por sus desarrolladores.

Sin embargo, la IA puede exhibir una forma de ‘agencia funcional’. Por ejemplo, un sistema de aprendizaje de máquina entrenado para optimizar transacciones de acciones puede tomar decisiones de manera autónoma dentro del alcance de su programación, procesando grandes cantidades de datos más rápidamente de lo que un ser humano podría hacer. Actúa según los datos brindados para alcanzar su meta de optimización. Pero ese proceso de toma de decisión carece de verdadera intencionalidad o comprensión consciente.

A medida que los sistemas de IA avanzan y sus procesos de toma de decisión son más oscuros, a veces puede parecer que tienen una forma de agencia, especialmente cuando estos sistemas operan de maneras imprevisibles o cuando el razonamiento por detrás de sus decisiones no es inmediatamente transparente.

Esa percepción puede llevar a debates éticos y filosóficos sobre la responsabilidad y la imputabilidad de los sistemas de IA y de sus creadores.

En resumen, aunque la IA pueda exhibir comportamientos autónomos en los límites de su programación, no posee agencia en el sentido rico y consciente de los seres humanos”.

La científica de la computación china Fei-Fei Li, profesora de la Universidad de Stanford, enfatiza con frecuencia la importancia de la cautela en el desarrollo de la IA. Sostiene que siempre se debe considerar a las IAs como herramientas para aumentar las capacidades

humanas, en vez de agentes autónomos.⁵¹⁷ Por ejemplo, en el ámbito de la IA para el área de la salud, en el que Li trabajó en profundidad, la IA puede brindar asistencia oportuna a médicos en el diagnóstico de condiciones, pero profesionales humanos bien entrenados deben supervisar las decisiones finales de dicho diagnóstico.

Conceder agencia a la IA también complica aún más las implicancias éticas. La imputabilidad y la responsabilidad se volverían ambiguas si le concediéramos agencia completa a las IAs.⁵¹⁸ Li, entre otros investigadores, insiste que, al entender a la IA como una herramienta, queda claro que los seres humanos son siempre los responsables finales de las acciones y resultados de la tecnología. “Es reconocer [que] el futuro de la IA es tan profundamente impactante que la agencia debe permanecer entre nosotros. Debemos elegir cómo queremos construir y usar esta tecnología. Si renunciamos a la agencia, será una caída libre”.

CONCLUSIÓN: AGENCIA EN ACCIÓN

La agencia está intrínsecamente relacionada con el concepto de propósito. Propósitos y pasiones proveen la dirección y la motivación intrínseca para la agencia, mientras un alto grado de agencia amplifica los efectos de esas motivaciones, llevando a una conducta persistente y direccionada hacia metas. Cuando los individuos tienen un sentido claro de propósito, su agencia pasa a ser dirigida hacia el cumplimiento de ese propósito, resultando en una mayor satisfacción y bienestar psicológico.⁵¹⁹ Esto crea un ciclo de feedback en el que la agencia y el propósito se refuerzan y fortalecen uno al otro.

Inversamente, la falta de agencia, aun con una fuerte motivación, dificulta la capacidad de actuar según deseos e intenciones. Por lo tanto, el desempeño ideal y el logro de metas requieren tanto una fuerte motivación como un fuerte sentido de agencia.⁵²⁰

517. Li, F.F. (2023). *The worlds I see*. Macmillan.

518. Tal como viene sucediendo en aplicaciones militares.

519. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

520. Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1-26. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.52.1.1>

Un fuerte sentido de identidad ayuda a las personas a entenderse a sí mismas y su lugar en diferentes grupos, tanto interna como externamente. Con agencia, los alumnos pueden direccionar sus propias identidades hacia metas significativas personalmente, contribuyendo a un propósito mayor, importante para sí mismos y para los demás.

La relación entre agencia y propósito se vuelve más vital en un mundo de IA. Estas tecnologías pueden, inadvertidamente, interferir en la agencia humana al automatizar los procesos de toma de decisión, lo que representa un riesgo para el sentido de propósito humano. Estudiosos como el israelí Yuval Noah Harari alertan sobre un futuro en el que las capacidades de la IA podrían ofuscar la toma de decisiones humanas, llevando a una disminución del sentido de propósito y agencia.⁵²¹ Cuando la IA desempeña un rol sustancial en las tareas cotidianas, pasa a ser fundamental cultivar y mantener activamente la agencia y el propósito humano. Esto asegura que las capacidades de la IA se aprovechen para aumentar el potencial humano, en lugar de disminuir los aspectos humanos de propósito y autodeterminación. Las siguientes secciones discutirán los vínculos entre agencia y propósito, y se concentrarán en la importancia de los propósitos humanos en un mundo con IA.

PROPÓSITO (INCLUYE PASIÓN)

“La Educación no es llenar un balde, sino prender un fuego”.

– W. B. Yeats

¿QUÉ ES PROPÓSITO? SU SENTIDO DE IMPORTANCIA

El propósito puede describirse como un objetivo de vida central y autoorganizado que orienta los pensamientos, las acciones y los comportamientos del individuo, proporcionando un sentido de dirección y significado. Suele surgir de una combinación de pasiones personales, puntos fuertes, valores y un deseo de generar un impacto positivo en el mundo o de contribuir a algo mayor

521. Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: breve historia del mañana*. Debate.

que uno mismo.⁵²² No se trata solo de establecer metas; involucra una intención duradera que proporciona coherencia a la vida del individuo. El neuropsiquiatra austríaco Viktor Frankl (1905-1997)⁵²³ lo detalló como una necesidad humana fundamental, proponiendo que una vida significativa está anclada a su búsqueda, aun ante adversidades. Tener un propósito claro está asociado a una variedad de resultados positivos, desde la mejora del bienestar y de la salud hasta el aumento de la resiliencia y la longevidad.⁵²⁴

En líneas generales, existen dos tipos de propósito: interés propio y autotranscendencia. El primero se refiere a un propósito que beneficia ampliamente al propio individuo (por ejemplo, una tarea o actividad agradable), mientras que el segundo tiene como base beneficiar a los demás o trabajar en pos de algo mayor que uno mismo. Aunque ambos puedan considerarse propósitos, las motivaciones autotranscendentales suelen ser más eficaces para motivar a las personas.⁵²⁵

Habiendo dicho esto, el camino para la motivación autotranscendental puede ser pavimentado por el interés propio. Como las personas suelen estar interesadas en vivenciar propósitos autotranscendentales, aprovechar la curiosidad ayudaría a apuntar hacia ambas motivaciones simultáneamente. La búsqueda de la comprensión profunda es una herramienta poderosa para ayudar a determinar intereses y pasiones –un destello que puede llevar a un propósito autotranscendental–.⁵²⁶

Así como con la identidad, los investigadores y filósofos siguen divididos sobre si el propósito individual se descubre o se

522. Bronk, K. C. (2014). *Purpose in life: A critical component of optimal youth development*. Springer.

523. Frankl, V. E. (2015). *El hombre en busca de sentido*. Herder.

524. Kashdan, T. B. y McKnight, P. E. (2009). Origins of purpose in life: Refining our understanding of a life well lived. *Psi Chi Journal of Undergraduate Research*, 14(1), 22-30.

525. Yeager, D. S., Henderson *et al.* (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 559-580.

526. UR4: Visualizar y priorizar los intereses y las pasiones individuales (vea el Capítulo 6, p. 166).

crea.⁵²⁷ El investigador británico John Coleman describe bien esa primera concepción: “Veo frecuentemente en las redes sociales una cita inspiradora atribuida a Mark Twain: ‘los dos días más importantes de tu vida son el día en el que naces y el día en el que descubres por qué motivo’. Articula perfectamente lo que nombraré ‘versión hollywoodense’ del propósito. Como Neo, en *Matrix*, o Rey, en *Star Wars*, todos estamos solo pasando por la vida, esperando que el destino nos haga un llamado más elevado”.⁵²⁸ Coleman describe con precisión la percepción generalizada de que los individuos desempeñan un rol pasivo en el desarrollo de su propósito –que este los encuentra, y no lo contrario–. Por lo tanto, es fundamental que los individuos exploren intereses y eventuales propósitos para contribuir con la creación de su propio propósito.

La descripción de que los individuos crean un propósito los ubica en un rol activo. Coleman enfatiza que el propósito es activamente construido por medio de nuestras acciones y elecciones, y la investigación y la sabiduría popular, como el modelo *Ikigai* (vea el Apéndice digital), coinciden sobre esa prioridad. Las personas que encaran sus propias vidas como un “viaje del héroe” tienen una existencia más significativa y satisfactoria. Al contrario de la creencia popular, no existe un único propósito exhaustivo a encontrar; en realidad, las personas extraen significado de distintos aspectos de sus vidas, como trabajo, familia, fe y comunidad. Este abordaje permite una experiencia de vida más rica y diversificada, en la que distintas fuentes de significado tienen prioridad en diferentes momentos. Nuestro sentido de propósito puede evolucionar, reflejando los diferentes estadios de nuestras vidas y caminos profesionales. Así, como en el caso de la identidad, la discusión seguirá con la suposición de que la agencia permite que el propósito sea creado y multifacético.

527. Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose - You Build It. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it>

528. Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose - You Build It. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it>

¿QUÉ ES PASIÓN? EL ENTUSIASMO POR SUS ACCIONES

“Elija un trabajo que le guste y no tendrá que trabajar ni un día de su vida”. – Confucio

La pasión, en contextos psicológicos y sociológicos, suele ser entendida como una fuerte inclinación o deseo sobre una actividad u objeto que los individuos valoran profundamente, consideran importante y en el que invierten mucho tiempo y energía.⁵²⁹ Es un sentimiento o una sensación de impulso o entusiasmo. La pasión puede servir como una fuerza motivadora, que lleva a las personas a buscar objetivos que les proporcionen un sentido de propósito y significado en la vida.

La relación entre pasión y propósito es compleja. Mientras que el propósito se relaciona con una meta de vida más amplia que atribuye dirección y significado a las acciones del individuo,⁵³⁰ la pasión puede verse como el combustible que lo impulsa hacia el logro de ese propósito. El individuo puede tener el propósito de contribuir a la sustentabilidad ambiental, y su pasión por la jardinería o la conservación de la vida salvaje puede ser el medio por el cual lo concreta. En esencia, mientras el propósito ofrece el “por qué” por detrás de las acciones, la pasión brinda el vigor y el entusiasmo para “cómo” perseguirlo.

PRINCIPALES FACETAS DEL PROPÓSITO Y DE LA PASIÓN

Los conceptos de propósito y pasión son ampliamente estudiados en psicología, especialmente en los campos de la psicología positiva y la psicología del desarrollo. Este es un tópico vasto y lleno de matices para el que esta sección no presentará un listado completo de facetas. Sin embargo, es importante observar que muchas de las facetas del propósito y de la pasión se superponen a las de la identidad y agencia, y, con frecuencia, son originadas por motivaciones:

529. Vallerand, R. J., Blanchard, C., *et al.* (2003). Les passions de l'âme: On obsessive and harmonious passion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(4), 756-767.

530. Damon, W., Menon, J. y Bronk, K. C. (2003). The development of purpose during adolescence. *Applied Developmental Science*, 7(3), 119-128.

- Placer:⁵³¹ cuando el individuo encuentra algo que le gusta intrínsecamente, es más probable que se sienta motivado y desarrolle una pasión por esa actividad, proyecto o causa. Estos intereses intrínsecos, cuando son cultivados, pueden derivar en pasiones y objetivos.
- Valores:⁵³² como los valores y creencias suelen orientar las elecciones y las conductas de un individuo, es más probable que tenga un fuerte sentido de propósito y pasión cuando las actividades se alinean con sus valores o creencias.
- Autoeficacia y competencia:⁵³³ un tema clave en las investigaciones psicológicas; la creencia individual en la capacidad de ser exitoso y en la competencia en las habilidades necesarias para ser exitoso puede alimentar pasiones y propósitos. Cuando el individuo se siente competente, se involucra y entusiasma más con actividades y proyectos.
- Autonomía:⁵³⁴ la libertad de elegir y controlar las propias acciones es fundamental para las pasiones y los propósitos. La autonomía permite que los individuos busquen intereses y objetivos significativos a nivel personal.

531. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum; Silvia, P. J. (2006). *Exploring the psychology of interest*. Oxford University Press. Vallerand, R. J. (2008). On the psychology of passion: *In: search of what makes people's lives most worth living*. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49(1), 1-13.

532. Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random. Steger, M. F., Kashdan, T. B., Sullivan, B. A. et al. (2008). Understanding the search for meaning in life: Personality, cognitive style, and the dynamic between seeking and experiencing meaning. *Journal of Personality*, 76(2), 199-228. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2007.00484.x>

533. Pajares, F. y Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. *In: R. Riding y S. Rayner (Eds.), Perception* (pp. 239-266). Ablex Publishing; Stajkovic, A. D. y Luthans, F. (1998). Self-efficacy and work-related performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 124(2), 240-261. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.2.240>

534. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49(3), 182-185. <https://doi.org/10.1037/a0012801>; Gagné, M. y Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26(4), 331-362.

- Pertenencia:⁵³⁵ las relaciones e interacciones sociales inspiran y cultivan la pasión. El apoyo de otras personas puede reforzar e incentivar las búsquedas, contribuyendo a un sentido de propósito.
- Experiencias:⁵³⁶ la exposición a diferentes actividades y experiencias puede despertar intereses, pasiones y propósitos, ya que las personas suelen descubrir pasiones experimentando novedades y explorando diferentes lugares, comunidades o áreas. Esa idea es explorada en distintos campos, incluyendo la psicología del desarrollo, la psicología de la Educación y la orientación profesional.
- Autodescubrimiento:⁵³⁷ reflexionar sobre las experiencias de vida, fortalezas e intereses puede llevar a una comprensión más clara, la cual impulsa la pasión y el propósito personal.
- Ambición:⁵³⁸ está bien establecida la función de la ambición y de las realizaciones como impulsadoras de propósitos y pasión, sobre todo en las áreas de la motivación, psicología de la personalidad y conducta organizacional. Al definir y trabajar para alcanzar metas, es posible fomentar un sentido de propósito, y el proceso de luchar y lograr objetivos puede ser un poderoso impulsor de la pasión.

535. Cohen, S. (2004). Social Relationships and Health. *American Psychologist*, 59(8), 676-684. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.8.676>; Helliwell, J. F. y Putnam, R. D. (2004). The social context of well-being. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1449), 1435-1446.

536. Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

537. Brown, K. W. y Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(4), 822-848. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822>; Marcia, J. E. (1966). Development and validation of ego-identity status. *Journal of Personality and Social Psychology*, 3(5), 551-558. <https://doi.org/10.1037/h0023281>

538. Duckworth, A. L., Peterson, C., Matthews, M. D. y Kelly, D. R. (2007). Grit: Perseverance and passion for long-term goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(6), 1087-1101. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.6.1087>; Judge, T. A. y Kammeyer-Mueller, J. D. (2012). On the value of aiming high: The causes and consequences of ambition. *Journal of Applied Psychology*, 97(4), 758-775. <https://doi.org/10.1037/a0028084>

- **Inspiración:**⁵³⁹ la inspiración de otras personas, como mentores, modelos o figuras influyentes, puede desempeñar un rol importante para despertar la pasión y moldear un sentido de propósito.

INVESTIGACIÓN DEL CCR QUE SINTETIZA LAS TEORÍAS DE PROPÓSITO
(VEA TEORÍAS DE PROPÓSITO EN EL APÉNDICE DIGITAL)

TÉRMINO DEL CCR	DEFINICIÓN DEL CCR	TÉRMINOS ASOCIADOS
Propósito	Sentido de importancia.	Pasión; intereses; intenciones; ambición.

Como los propósitos son construcciones evolutivas cultivadas a lo largo del tiempo, impulsadas por competencias individuales y contextos sociales, no constituyen objetivos finales estáticos, sino que son remodelados a medida que los individuos interactúan con el mundo, acumulan experiencias y adquieren conocimiento. Con base en las fortalezas de las principales estructuras de investigación que tratan sobre el propósito (vea el Apéndice digital) y complementándolas con la estructura del CCR, es posible definir una teoría compuesta de propósito que consiste en:

Capa fundamental (0 a 12 años): alineado a los estadios iniciales de Erikson, el propósito aquí se relaciona con la confianza básica, la autonomía y la agencia. El sentido inicial de propósito de los niños viene de la seguridad, la exploración y la realización de tareas básicas. En la estructura del CCR, esto se alinea con las competencias de curiosidad, comunicación y coraje, a medida que los niños cuestionan el mundo y construyen la comprensión de sus propias respuestas. Este puede considerarse el estadio anterior a la conciencia plena.

Los siguientes estadios son de conciencia plena:

539. Morgenroth, T., Ryan, M. K. y Peters, K. (2015). The motivational theory of role modeling: How role models influence role aspirants' goals. *Review of General Psychology*, 19(4), 465-483. <https://doi.org/10.1037/gpr0000059>; Thrash, T. M. y Elliot, A. J. (2003). Inspiration as a psychological construct. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(4), 871-889.

Capa de la formación de la identidad (13 a 24 años): alineado con la etapa de la adolescencia de Erikson y con las percepciones del test PIL (sentido de la vida), el propósito durante esos años tiene que ver con la exploración, búsqueda de identidad y comprensión del rol de cada uno en el contexto social más amplio. Esto corresponde a la atención del CCR a las dimensiones de actitudes y metaaprendizaje (particularmente MET2: reflexionar sobre procesos, aprendizaje e identidad [vea el Capítulo 6]) y competencias como creatividad, curiosidad y ética. Aquí, los alumnos deben ser incentivados a hacer grandes preguntas sobre la vida, reflexionar sobre sus valores y desarrollar un sentido de dirección.

Capa de la interacción social (25 a 50 años): alineado con las etapas de la edad adulta joven y media de Erikson, el propósito tiene que ver aquí con conexiones profundas, contribuciones y creación de legado. Las personas comienzan a buscar significado en sus empleos, relaciones y roles sociales. Las competencias de colaboración, comunicación y ética del CCR desempeñan roles fundamentales. Además, el Modelo de Mantenimiento de Significado, del psicólogo canadiense Steve Heine y colaboradores, afirma que, cuando las personas identifican anomalías en sus visiones de mundo, se esfuerzan por resolverlas. Por lo tanto, cuando los adultos enfrentan desafíos en su sentido de propósito, competencias como la resiliencia, el coraje y la curiosidad los alentarán a buscar nuevos caminos o adaptar sus visiones para restaurar el significado.

Capa reflexiva (a partir de los 50 años): con base en la etapa final de la vida adulta de Erikson, el propósito gira alrededor de la reflexión, revisión de la vida y aceptación. Las personas se preguntan: ¿tuve una vida significativa? ¿Contribuí de manera positiva? Las dimensiones de actitudes y metaaprendizaje del CCR son claves aquí, permitiendo que los individuos aprendan de sus experiencias, ajusten su sentido de propósito y transmitan sabiduría a las generaciones más jóvenes.

¿POR QUÉ EL PROPÓSITO (O PROPÓSITOS) ES CLAVE EN LA ERA DE LA IA? PORQUE LA IA NO PUEDE PENSAR POR SÍ MISMA (TODAVÍA...)

El propósito humano es cada vez más esencial por distintos motivos. A medida que la automatización y los sistemas de IA asumen tareas y trabajos rutinarios, las personas necesitan encontrar significado y dirección en actividades que las máquinas no pueden replicar fácilmente. Cualidades humanas como empatía, ética y sentido de propósito nos diferencian de las máquinas. Aunque, por ejemplo, las herramientas de IA puedan superar a los médicos en el análisis de datos y, muchas veces, en la generación de diagnósticos, el propósito de un profesional humano está en el cuidado empático, la comprensión de la situación única de un paciente y la toma de decisiones de acuerdo con valores éticos y humanistas.⁵⁴⁰ De igual modo, los educadores cuyo objetivo es inspirar y fomentar el crecimiento de los alumnos pueden adaptarse al uso de herramientas de IA en las aulas, no como sustitutas, sino como perfeccionamientos de los métodos de enseñanza, garantizando que el toque humano permanezca central.

Un propósito claro también proporciona una brújula con la que los individuos pueden navegar a través de incertidumbres y desafíos. Cuando las personas tienen propósitos bien definidos, es más probable que sean resilientes, se adapten a los cambios y encuentren satisfacción, aun cuando enfrentan disrupciones. Finalmente, con las implicancias éticas de la IA pasando a primer plano, es vital un sentido colectivo de propósito para orientar el desarrollo y la aplicación de las tecnologías de IA. Los objetivos orientados por propósitos aseguran que los avances de la IA se dirijan hacia el bien mayor, beneficiando a toda la humanidad, no solo a algunos pocos elegidos. La IA utilizada en soluciones de energía sustentable demuestra cómo la tecnología orientada por objetivos puede enfrentar desafíos globales como el cambio climático.⁵⁴¹

540. Davenport, T. H. y Kirby, J. (2016). *Only humans need apply*. Harper Business.

541. Russell, S., Dewey, D. y Tegmark, M. (2015). Research priorities for robust and beneficial artificial intelligence. *AI Magazine*, 36(4), 105-114. <https://arxiv.org/abs/1602.03506>

¿LA IA TIENE PROPÓSITO? INTRÍNSECAMENTE, ¡NO!

Por ahora, el propósito sigue siendo humano. No se puede afirmar que las formas actuales de IA poseen un propósito, ya que su procesamiento y acciones dependen de un operador humano. Si la IA estuviera dotada de agencia, sería posible –aunque bastante discutible– que formas avanzadas de IA definieran sus propósitos.⁵⁴²

Dejando a un lado las especulaciones, no es improbable imaginar a futuras IAs con la capacidad de definir sus propios objetivos de modo independiente, aunque solo dentro de estructuras programadas específicas. Agentes de IA como el AutoGPT ya son capaces de definir objetivos dentro de los parámetros de su propia programación. La finalidad y los objetivos, aunque sean conceptos relacionados, siguen siendo distintos. La finalidad brinda el “porqué” por detrás de un emprendimiento, mientras que los objetivos proveen el “qué” y el “cómo” alcanzarlos. Los objetivos son metas específicas, medibles y (muchas veces) con plazo determinado que delinean las etapas necesarias para lograr o avanzar hacia una finalidad.⁵⁴³ Por lo tanto, aunque hoy la IA pueda definir objetivos, todavía no es posible atribuir un propósito a sus acciones.

Según el propio GPT4, con el que coincidimos plenamente:

“La IA no posee un propósito de la misma forma intrínseca y profundamente personal que los seres humanos. Los seres humanos encuentran propósito a partir de una interacción compleja de experiencias, emociones, valores, creencias e influencias socioculturales. En contrapartida, la IA opera según objetivos programados, instrucciones o metas definidas por sus desarrolladores o usuarios.

Sin embargo, se puede diseñar a la IA para que tenga un ‘propósito’ en un sentido funcional. Por ejemplo, la IA de un coche autónomo está diseñada con el propósito de recorrer la ruta con seguridad y efi-

542. Anderson, M. y Anderson, S. L. (Eds.). (2011). *Machine ethics*. Cambridge University Press; Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. Knopf; Tononi, et al. (2016). Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(7), 450-461.

543. Locke, E. A. y Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705-717.

ciencia. Un chatbot puede tener el propósito de contestar las preguntas del usuario o suministrar información. Pero es importante distinguir entre ese tipo de directriz operativa y el sentido de propósito rico y multifacético que los seres humanos pueden experimentar. La IA no tiene emociones, consciencia o autoconsciencia; por lo tanto, aunque pueda ejecutar tareas alineadas a un objetivo específico, no ‘siente’ ni ‘entiende’ el propósito en el sentido humano.

En la era de la IA avanzada, el propósito, la autonomía y los derechos de las máquinas son temas de discusiones filosóficas.⁵⁴⁴ A medida que los sistemas de IA se integran más a la sociedad humana y exhiben comportamientos que imitan la inteligencia humana, es cada vez más importante definir y entender los límites del ‘propósito’ de la IA”.

CONCLUSIÓN: PROPÓSITO + MOTIVACIÓN, IDENTIDAD Y AGENCIA SON ESENCIALES PARA LA EXPERIENCIA HUMANA

La motivación humana, identidad, agencia y propósito están profundamente interconectados y componen el meollo de la experiencia humana. La motivación nos lleva a actuar, influenciados por nuestras identidades, las cuales, a su vez, influyen sobre la acción. Nuestro propósito le brinda dirección a nuestra agencia, orientando nuestras acciones hacia metas significativas. Estos elementos son fundamentales para el bienestar psicológico, ya que permiten que las personas tengan una vida autónoma y autorregulada.

En un mundo impulsado por la IA, esas construcciones cobran más importancia. A medida que los sistemas de IA se integran más a la vida cotidiana, influyen más en la forma en que se toman decisiones, muchas veces teniendo la eficiencia y la lógica como principales factores. Esta integración corre el riesgo de marginar aspectos humanos como la motivación, identidad, agencia y propósito. En un mundo cada vez más influenciado por la IA, es clave cultivar activamente estos conceptos humanos.

544. Bryson, J. J. (2010). Robots should be slaves. In: Y. Wilks (Ed.), *Close engagements with artificial companions: Key social, psychological, ethical and design issues* (pp. 63-74). John Benjamins Publishing Company.

¿Qué pueden hacer los educadores para garantizar que esos conceptos sean fundamentales en su enseñanza y se fomenten en sus aulas? El siguiente capítulo (y el Apéndice digital) discutirán estrategias y estructuras para fomentar la motivación, la identidad, la agencia y el propósito en el aula, presentando el uso de herramientas de IA para hacer que esas experiencias sean más relevantes para el futuro de los alumnos.

SUBCOMPETENCIAS QUE APOYAN LA MOTIVACIÓN, LA IDENTIDAD, LA AGENCIA Y EL PROPÓSITO

Los impulsores (motivación, identidad, agencia y propósito) no son competencias en sí mismos, ya que constituyen posicionamientos personales que no es posible enseñar como contenido. Sin embargo, las competencias y subcompetencias del CCR incentivan de distintas maneras el descubrimiento, el desarrollo, la valoración y el mantenimiento de esos motivadores. A continuación, presentamos ejemplos de subcompetencias específicas que pueden ser empleadas para fomentar cada uno de estos motivadores. Una vez más, no se trata de un listado completo, sino de una serie de sugerencias para demostrar cómo las competencias y subcompetencias pueden ser adoptadas para fomentar otras características en los alumnos.

SUBCOMPETENCIAS QUE APOYAN LA MOTIVACIÓN

CUR4:ⁱ visualizar y priorizar los intereses y pasiones individuales

La visualización y la priorización de intereses y pasiones sirven como elementos fundacionales en el estímulo a la motivación. Al visualizar las pasiones personales y ponerlas en primer plano en sus propias metas, los individuos pueden cultivar la motivación intrínseca.⁵⁴⁵ Al vislumbrar un futuro en el que

545. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

ⁱ Las abreviaturas CUR, COR, MET, CRE, RES y COL (seguidas de números) presentes en este capítulo corresponden a contenidos de cuadros del Capítulo 6 (vea p. 166). (N. del T. en la ed. brasileña).

las pasiones tienen un rol central, es posible actuar como una brújula motivacional, orientando los esfuerzos y fomentando la perseverancia ante desafíos. Cuando se imagina un camino claro entre las acciones actuales y un futuro deseado que se alinea a sus intereses principales, las investigaciones muestran que es más probable que las personas sigan motivadas y comprometidas con sus propios intereses.⁵⁴⁶

COR5: creer en la propia iniciativa y autoeficacia

La autoeficacia, o la creencia en las propias capacidades, es fundamental para mantener la motivación y actuar. Algunas investigaciones muestran que individuos con alta autoeficacia tienen una mayor probabilidad de involucrarse en tareas desafiantes y esforzarse más ante la adversidad.⁵⁴⁷ Un alumno que cree que puede dominar un problema complejo de matemáticas, por ejemplo, tiene una mayor probabilidad de invertir tiempo y esfuerzo en resolverlo en comparación con un compañero que duda de sus habilidades. La confianza en las propias habilidades no solo impulsa la motivación inicial, sino que también aumenta la resiliencia ante inconvenientes. Además, reconocer y confiar en la propia capacidad de actuar de manera independiente y hacer elecciones puede aumentar mucho la motivación. Cuando los individuos se ven como dueños de su propio destino, se inclinan más a fijar metas significativas y a perseguirlas con vigor, sabiendo que sus acciones pueden moldear los resultados.⁵⁴⁸ Finalmente, creer en uno mismo funciona como una poderosa fuente de motivación, llevando a las personas a afrontar desafíos, superar obstáculos y alcanzar metas.

546. Locke, E. A. y Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705-717. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705>

547. Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

548. Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>

MET5: definir metas y planes para alcanzarlas y analizar el progreso propio

Definir metas claras y elaborar planes viables para alcanzarlas sirve como un guion para la motivación. Según la Teoría de Fijación de Metas, establecida por el psicólogo estadounidense Edwin A. Locke, las metas explícitas y desafiantes, aunadas a un feedback adecuado, motivan a las personas de modo más eficaz que objetivos vagos o fáciles.⁵⁴⁹ Un alumno que pretende sacarse una “A” en lugar de solo “rendir bien”, por ejemplo, probablemente estará más motivado porque la meta es tanto específica como desafiante. Delinear un plan detallado refuerza la percepción de un camino claro para alcanzar un objetivo definido, dividiéndolo en etapas administrables y aumentando aún más la motivación. A medida que el individuo progresa, las revisiones periódicas de su avance permiten ajustes y recalibraciones. Dichas revisiones pueden ofrecer un refuerzo positivo cuando se logran las metas o servir como un estímulo, indicando áreas que necesitan más foco, estimulando continuamente el impulso motivacional.

SUBCOMPETENCIAS QUE APOYAN LA IDENTIDAD Y LA PERTENENCIA

CRE1: desarrollar gustos, estética y estilo personales

El proceso de desarrollo de gustos, estética y estilo es clave para moldear el sentido de identidad del individuo. Las investigaciones enfatizan en la importancia de una etapa exploratoria que permita expandir la exposición a diferentes influencias y experiencias.⁵⁵⁰ Tal exposición amplía las elecciones e influencia la identidad personal. Además, el deseo de pertenecer está profundamente arraigado en la naturaleza humana, llevando a que los individuos busquen y alternen afiliaciones a distintos grupos a lo largo de la vida. A través de la exploración, tanto en términos de estilo personal como de pertenencia a un grupo, pueden adaptar-

549. Locke, E. A. y Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting & task performance*. Prentice-Hall, Inc.

550. Quinn, B. P., Heckes, S. L. y Shea, M. L. (2019). Classroom Practices that Support the Development of Purpose. *Journal of Character Education*, 15(2), 71+.

se y crecer continuamente en respuesta a contextos cambiantes y nuevas oportunidades.⁵⁵¹

COR4: reconocer las propias fortalezas y debilidades

Es necesario el coraje para expresar algunas facetas de la identidad y comprometerse con esa expresión, aun en espacios incómodos –o incluso violentos– respecto a ella.⁵⁵² Reconocer las fortalezas y debilidades personales puede contribuir al desarrollo de un lente auténtico por medio del cual los individuos son capaces de evaluar e integrar diferentes aspectos de su identidad, además de ayudarlos a navegar por un problema relacionado a la identidad: la sensación de *muchas* identidades posibles.⁵⁵³ Una autoevaluación honesta funciona como una brújula, orientando a los individuos hacia funciones o ambientes en los que sus fortalezas puedan florecer y alejándolos de contextos en los que sus debilidades puedan exacerbarse. Con el tiempo, esa autoconsciencia ayuda a los individuos a priorizar e integrar las identidades que les gustan, permitiendo crear un sentido cohesionado de sí mismos en un mar de posibles *personas*.⁵⁵⁴

MET2: reflexionar sobre procesos, aprendizaje e identidad

No sorprende que la metacognición brinde un camino eficaz para la creación de la identidad, ayudando a los individuos a navegar por los aspectos multifacéticos de la autopresentación, muchas veces conocidos como performatividad.⁵⁵⁵ Este concepto destaca cómo los individuos adaptan su propia identidad según el público, como la alternancia de códigos entre familiares y amigos o entre ambientes profesionales y personales. Mediante la

551. CUR2: investigar oportunidades y explorar nuevas experiencias (vea el Capítulo 6, p. 166).

552. COR1: perseguir metas ambiciosas a pesar de los riesgos (vea el Capítulo 6, p. 166).

553. Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? *The Journal of Early Adolescence*, 4(4), 329-341.

554. Schwartz, S. J., Côté, J. E. y Arnett, J. J. (2005). Identity and Agency in Emerging Adulthood: Two Developmental Routes in the Individualization Process. *Youth & Society*, 37(2), 201-229. <https://doi.org/10.1177/0044118X05275965>

555. Greenhow, C. y Robelia, B. (2009). Informal learning and identity formation in online social networks. *Learning, Media and Technology*, (34), 119-140.

introspección y la comprensión de sus propios procesos de pensamiento y aprendizaje, pueden modular hábilmente sus identidades en diferentes contextos,⁵⁵⁶ garantizando que se alineen a las creencias internas y, a su vez, se ajusten a las demandas de ambientes específicos.⁵⁵⁷

SUBCOMPETENCIAS QUE APOYAN LA AGENCIA

RES1: perseverar frente a los desafíos y buscar ayuda cuando es necesario

La resiliencia y la capacidad de acción están íntimamente relacionadas, teniendo a la perseverancia como un componente clave de la capacidad de acción individual. Al persistir ante los desafíos, los individuos pueden reforzar su creencia en la capacidad de efectuar cambios y alcanzar sus metas, llevando al crecimiento personal y a la autoconfianza.⁵⁵⁸ Sin embargo, también es crucial reconocer la importancia de buscar ayuda si es necesario, y esto demuestra una comprensión madura de las limitaciones y de la utilización de los recursos disponibles. Involucrarse con los demás fomenta la inteligencia colectiva y las competencias colaborativas necesarias en un mundo interconectado.⁵⁵⁹

COL1: asumir y compartir responsabilidades con los demás

Asumir responsabilidades y compartirlas con otras personas puede fortalecer la agencia individual. Por un lado, asumir responsabilidades demuestra compromiso y aumenta la autoconfianza, además de promover un sentido de propiedad e incentivar el compromiso activo. Por otro, compartir responsabilidades promueve la colaboración, enseñando a los individuos el valor de la interdependencia y del esfuerzo colectivo, además de promover la

556. MET7: evaluar las acciones propias y sus consecuencias (vea el Capítulo 6, p. 166).

557. MET6: monitorear la comprensión y administrar la información adecuadamente (vea Capítulo 6, p. 166).

558. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co.

559. Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82–91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>

exposición a perspectivas diversas y perfeccionar la resolución de problemas y la toma de decisiones. A través de la colaboración, es más probable el éxito y los participantes se sienten más incluidos, motivados y empoderados.⁵⁶⁰

COR1: perseguir metas ambiciosas a pesar de los riesgos

Tener agencia no asegura su uso, ya que esto exige coraje. Cuando los individuos se consideran competentes y capaces, es más probable que sean valientes y asuman tareas desafiantes. Dicha autoconfianza impulsa la acción y permite que los individuos perseveren ante los obstáculos. Con el tiempo, esa relación recursiva entre creer en sí mismo y actuar fortalece el sentido de agencia, ya que los logros anteriores refuerzan la creencia en la capacidad de influir en los resultados.⁵⁶¹ Un estudio de caso sobre el desarrollo de la agencia en el aula mostró que la creciente confianza y coraje de los alumnos en expresar sus creencias permitió que se manifestaran sin miedo.⁵⁶² Esto demuestra la importancia del coraje como herramienta,⁵⁶³ aunque la resiliencia también sea necesaria para mantener la agencia.

SUBCOMPETENCIAS QUE APOYAN EL PROPÓSITO Y LA PASIÓN

CUR1: buscar entender profundamente

La comprensión profunda, una búsqueda alimentada por la curiosidad, sirve como un puente para el propósito. Cuando los individuos profundizan sobre temas o conceptos movidos por el deseo de entenderlos plenamente, pueden descubrir o cristalizar un sentido de propósito. Tal comprensión, nacida de una curiosidad genuina, permite que identifiquen qué está alineado con sus valores y pasiones. Al buscar una comprensión profunda del

560. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

561. Bandura, A. y National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.

562. Mitra, D. (2004). The Significance of Students: Can Increasing “Student Voice” in Schools Lead to Gains in Youth Development? *Teachers College Record - TEACH COLL REC*, 106.

563. COR2: liderar con iniciativa y responsabilidad (vea el Capítulo 6, p. 166).

mundo que los rodea, los individuos son llevados a descubrir su propósito, incorporando a sus propias vidas un significado y una dirección más ricos.⁵⁶⁴

RES5: encontrar motivación propia por medio de un sentido o propósito

Aunque tener un objetivo pueda aumentar la eficacia de una actividad o búsqueda, eso no necesariamente aumenta el placer del individuo en esa búsqueda.⁵⁶⁵ Es una equivocación común pensar que un propósito en la vida hará que todos los aspectos del trabajo o de la vida en general sean agradables –y que, de lo contrario, ese no sería el propósito–. Lamentablemente, no siempre es así. Un propósito –sobre todo el que trasciende al individuo– solo sirve para volver más eficaces y/o soportables las tareas no tan agradables.⁵⁶⁶ Así, la resiliencia es clave para la sustentabilidad de un propósito –ya sea perseverando en los aspectos menos agradables de la vida para cosechar las recompensas más tarde⁵⁶⁷ o encontrando aquella estrella guía a la cual mirar si los tiempos son difíciles (¡o aburridos!)–.⁵⁶⁸

MET5: definir metas y planes para alcanzarlas y analizar el progreso propio

Nuestro(s) propósito(s) evoluciona(n) y se expande(n) a lo largo de la vida.⁵⁶⁹ La metacognición permite que el individuo reconozca el cambio de prioridades y evalúe su propia permanencia o

564. Bronk, K. C. (2012). A grounded theory of the development of noble youth purpose. *Journal of Adolescent Research*, 27(1), 78-109. <https://doi.org/10.1177/0743558411412958>; Kashdan, T. B. y Steger, M. F. (2007). Curiosity and pathways to well-being and meaning in life: Traits, states, and everyday behaviors. *Motivation and Emotion*, 31(3), 159-173.

565. Yeager, D. S., Henderson, M. D. et al. (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 559-580.

566. Yeager, D. S., Henderson, M. D., Paunesku, D., Walton, G. M., D'Mello, S., Spitzer, B. J. y Duckworth, A. L. (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 559-580.

567. RES1: perseverar frente a los desafíos y buscar ayuda cuando es necesario.

568. RES4: administrar el estrés para mantener el desempeño.

569. Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose – You Build It. *Harvard Business Review*.

no permanencia (por ejemplo, ¿esto me interesa por la novedad o tiene el potencial de impulsar mi vida?), la elaboración de planes y el análisis del progreso también equipan al individuo con las habilidades necesarias para adaptarse a propósitos esenciales y en constante evolución.⁵⁷⁰

570. MET7: evaluar las acciones propias y sus consecuencias (vea el Capítulo 6, p. 166).

El cómo

“Quiero enfatizar que gran parte de la inteligencia artificial (IA) también automatizará maneras muy malas de enseñar. Por lo tanto, [necesitamos] pensarla como una forma de crear nuevos tipos de enseñanza”.

Dr. Daniel Schwartz, rector de la Facultad de Educación de la Universidad de Stanford, en el AI+Education Summit⁵⁷¹

“La IA mejorará, pero nunca reemplazará el trabajo que alumnos y profesores hacen juntos en el aula”.

Bill Gates, filántropo, en su newsletter⁵⁷²

571. Stanford University HAI (2023).

572. Gates (2023).

Como se mencionó en el Capítulo 4, “el Capítulo 8 se concentrará esencialmente en el aspecto del diseño, mostrando cómo todas las recomendaciones pueden ser diseñadas de manera cohesionada. Dadas las situaciones en juego, extremadamente dinámicas y fluidas, que solo decantarán con el tiempo, este libro no abordará los aspectos de entrega, excepto en una breve sección sobre aprendizaje adaptativo e ITS (sigla en inglés para Sistema de Tutoría Inteligente)” **Para los interesados en una amplia visión general de los múltiples usos posibles de la IA en la Educación, el “Mapa de IA en la Educación”⁵⁷³ puede ser de gran utilidad.**

REFORMULACIÓN DE CURRÍCULOS Y MATERIAL DIDÁCTICO

Los capítulos anteriores mostraron que currículo moderno = contenido esencial + temas interdisciplinarios + conceptos básicos + competencias + identidad/agencia/propósito + consideraciones pedagógicas (proyectos, evaluaciones, técnicas, etc.). El siguiente ejemplo muestra cómo todos esos parámetros pueden unirse. Se trata de un caso real de una escuela en Ontario, Canadá, que debe seguir los estándares locales para el idioma inglés. El ejemplo es, obviamente, extrapolable a otras disciplinas.

1. Contenido esencial y estándares locales: idealmente, se habrán actualizado por medio del proceso descrito en el Capítulo 5 y en el Apéndice digital, para ser modernizados (para esencialidad, producir/interpretar/apreciar, dar/pedir/poder, etc.). De cualquier manera, siempre hay margen suficiente para que la escuela/el docente continúe con el siguiente proceso.
2. Conceptos básicos: extracción y mapeo –lo ideal es que ese complejo proceso se haya hecho con antelación y mapeado para los estándares,⁵⁷⁴ tanto a nivel de cada disciplina como de cada área–.

573. Holt, L. (2023). A map of generative AI for education. *Medium*. <https://medium.com/@LaurenceHolt/map-of-ai-for-education-cd6863fecf87>

574. El CCR extrajo los conceptos básicos y creó estos mapeos para distintas entidades, como la Fundación Gates, para cuatro cursos universitarios de nivel básico: química, psicología, sociología y estadística y probabilidades: <https://curriculumredesign.org/higher-education-learning-outcomes/>. En la Enseñanza Primaria y Secundaria, esto se hizo para matemáticas, historia, tecnología e ingeniería, y sigue con otras disciplinas.

AÑO ESCOLAR*	ESTÁNDARES OBLIGATORIOS	CONCEPTOS BÁSICOS DEL MAPA
Año 9	Modernizados	Disciplina y área
Año 10	Modernizados	Disciplina y área
Año 11	Modernizados	Disciplina y área
Año 12	Modernizados	Disciplina y área

* En Estados Unidos, los años 9 a 12 corresponden al high school (o "secundario").

- 3. Después, se eligen temas interdisciplinarios. Por ejemplo, Educación informacional y ambiental para los años 9 y 10; Educación global y cívica para los años 11 y 12.
- 4. Luego, la inclusión de una Educación más amplia y global (que también forma parte de los temas interdisciplinarios del Center for Curriculum Redesign, CCR): los textos serán elegidos⁵⁷⁵ para que correspondan a los temas interdisciplinarios.

CONCEPTOS BÁSICOS DEL MAPA	ABORDAJE DE TEMAS INTERDISCIPLINARIOS	LITERATURA MUNDIAL
Disciplina y área	Educación informacional y ambiental	Elecciones
Disciplina y área	Educación informacional y ambiental	Elecciones
Disciplina y área	Educación global y cívica	Elecciones
Disciplina y área	Educación global y cívica	Elecciones

- 5. Se introducen impulsores de personalización: se incentiva a los alumnos a elegir un subconjunto de textos para explorar su identidad/agencia/propósito, con el objetivo de generar motivación.
- 6. Pedagogías: se presentan distintas pedagogías modernas como modos de expresión. El último año permite la realización de un proyecto mayor que corresponda a una meta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) o equivalente.⁵⁷⁶

575. El CCR creó una base de datos con 275 obras seleccionadas de diferentes culturas: <https://worldliterature.curriculumredesign.org/browse?searchQuery=>

576. El CCR creó una base de datos con 240 proyectos alineados a los ODS de la ONU: <https://passionprojects.curriculumredesign.org/>

7. Se aplican humanidades digitales durante la enseñanza, para una Educación digital ampliada (otro tema interdisciplinario del CCR).

IMPULSORES	APLICACIÓN DE PEDAGOGÍAS MODERNAS	USO DE TECNOLOGÍAS DIGITALES HUMANAS	INCORPORAR COMPETENCIAS
I, A	Comunicación digital (redes sociales, etc.)	Frecuencia de palabras; análisis de lenguaje; análisis de sentimientos; texto para imagen; texto para video; extracción de conceptos; gráficos de conocimiento; reconocimiento de patrones; dinámica longitudinal; base de datos.	CRE, PEN, COM, MET + ETI
I, A	Oratoria, debate, negociación		CRE, PEN, COM, MET + ETI
A, P	Periodismo, poesía		CRE, PEN, COM, MET + ETI
A, P	Proyectos sobre ODS		CRE, PEN, COM, MET + ETI

* Identidad/Agencia/Propósito (Motivación).

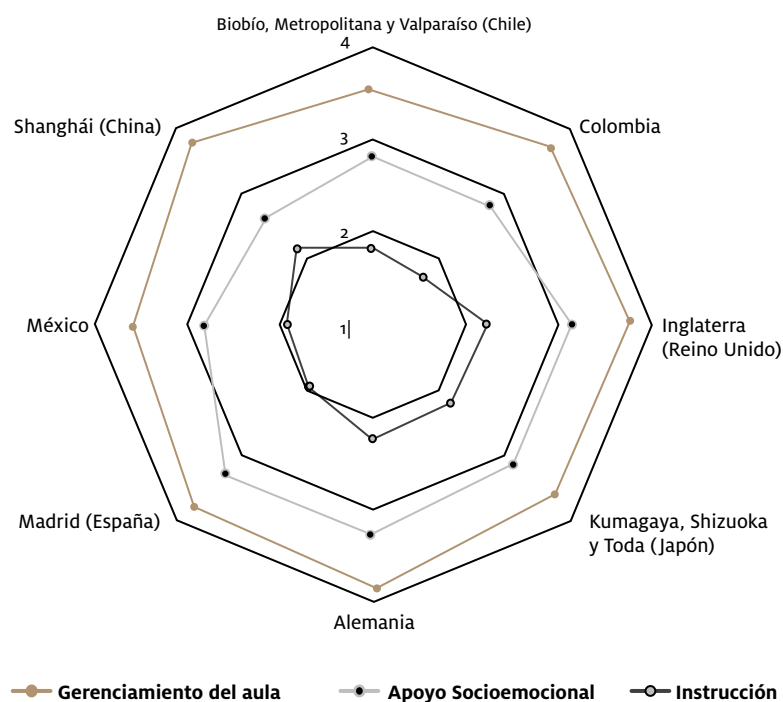
8. Finalmente, competencias: las competencias se habrán seleccionado para esa disciplina específica, con base en la investigación del CCR sobre qué competencia es mejor atendida por cada disciplina.⁵⁷⁷ El resultado para el idioma nativo es creatividad, pensamiento crítico, comunicación, metacognición y ética.

El ejemplo demuestra que, con un proyecto cuidadoso, se pueden entrelazar todos los parámetros necesarios, cada uno de ellos proporcionando más solidez al concepto completo.

577. Dunn, K. et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf>

CONSECUENCIAS PARA EL ROL DE LOS DOCENTES

A partir de la complejidad del diseño descrito anteriormente, parece claro que el docente, ya sobrecargado, se enfrentará al desafío de hacer, solo, lo que un equipo de especialistas del CCR diseña durante varios meses para un único curso. El estudio global en video sobre la enseñanza de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)⁵⁷⁸ manifestó que los docentes ya se encuentran en una situación de gran presión para llegar a ser suficientemente competentes en su propia instrucción, *incluso con los requisitos anteriores*.



578. OCDE (2020), *Global Teaching InSights: A Video Study of Teaching*, OECD Publishing, París. <https://doi.org/10.1787/20d6f36b-en>

Los sistemas educativos exigen demasiado a los docentes: que sean sobrehumanos y superen sus propios límites. Los requisitos curriculares modernos forzarán un enfoque diferente y bienvenido para los profesionales, que dejarán de ser históricamente *tanto* diseñadores de contenido *como* agentes de entrega en el aula, para adoptar un enfoque mucho mayor en la implementación (siendo liberados del diseño del curso). La creación de contenido dependerá cada vez más de equipos con buenos recursos ayudados por herramientas de IA, como es históricamente el caso de las editoriales de libros.

Está claro que esta adaptación será criticada por algunos como una desprofesionalización del rol del profesor, o vista como la obligación de seguir ciegamente los procedimientos, pero no es así: el desarrollo profesional para lidiar con esa complejidad pedagógica debe ser ampliamente fortalecido,⁵⁷⁹ y los currículos/materiales didácticos son lineamientos importantes que pueden ser usados para personalizar la Educación en el aula.

Un currículo y materiales didácticos modernos y preelaborados, con sus herramientas, deben, por lo tanto, verse como “multiplicadores de fuerza” (“exoesqueletos para docentes”), permitiendo que estos se concentren en:

- adaptaciones locales del currículo y estrategias en el aula;
- aprendizaje personalizado de los alumnos, con distintos grados de asistencia de IA;
- apoyo socioemocional al alumno;
- colaboración con otros docentes y especialistas externos;
- trabajo con padres/responsables y directivos;
- crecimiento profesional y personal.

La primera etapa, probablemente transitoria, será testigo del surgimiento de asistentes de IA para los docentes en la creación de cursos y la ampliación del plan de estudio. Pero, con el paso del

579. Por ejemplo, por medio de certificaciones profesionales como la National Board for Professionals Teaching Standards (NBPTS), en Estados Unidos: <https://www.nbpts.org/>

tiempo, parece poco probable que esta situación vaya a perdurar, ya que todavía pone la carga del diseño del curso sobre el profesor.

Finalmente, como se mencionó en el Capítulo 4, todo esto supone la disponibilidad de docentes competentes, lo que no es está garantizado en muchas áreas tanto del mundo en desarrollo como del desarrollado.

PROMPTS Y SU INGENIERÍA – ¿VINIERON PARA QUEDARSE?

Los *Prompts* son las consultas enviadas a los modelos de lenguaje a gran escala (LLM), que, esperamos, los lectores de este libro hayan probado de primera mano. La explicitud de los *prompts* es cada vez más reconocida como determinante para el éxito de una consulta: de cierta forma, *un prompt es un código sin lenguaje de computadora*. Requiere que sus autores piensen en las preguntas en detalle y describan todos los atributos que buscan en la respuesta de los LLM.

Así, buenos *prompts* demandan una importante inversión cognitiva inicial, que debe ser constantemente ponderada para el éxito en el retorno. La “ingeniería de *prompts*” surgió como un campo serio, con altos sueldos para quienes dominan el arte/la ciencia de escribirlos y el surgimiento de compilaciones de *prompts* vendidas en sitios. ¡Vale resaltar que algunos *prompts* ocupan varias páginas!

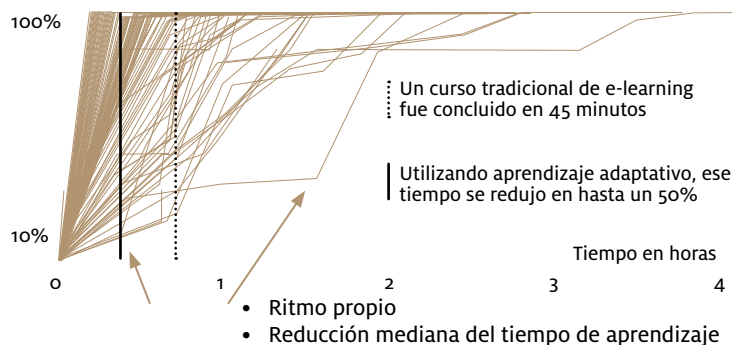
Una complejidad adicional es la naturaleza parcialmente estocástica de los algoritmos y la naturaleza cambiante de los conjuntos de datos de LLM y de esos algoritmos, lo que significa que un determinado *prompt* puede proporcionar respuestas diferentes, incluso en el mismo LLM, solo algunos segundos después; y las respuestas variarán aún más entre LLM diferentes. Además, distintos artículos han descrito cómo la IA puede ser mejor que los seres humanos en la generación de *prompts*,⁵⁸⁰ y cómo la IA puede ser empleada de

580. LLMs are human-level Prompt Engineers - Arxiv 2211.01910. E: Zamfirescu-Pereira, J.D., Wong, R.Y. *et al.* (2023). Why Johnny can't prompt: How non-AI experts try (and fail) to design LLM prompts. CHI '23: Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Article No. 437, 1-21 <https://doi.org/10.1145/3544548.3581388>; Burger Doug, “AutoGen: Enabling next-generation large language model applications.” *Microsoft Research Blog*, 25 de septiembre de 2023, <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/autogen-enabling-next-generation-large-language-model-applications/> y Fernando, Chrisantha, *et al.* “Promptbreeder: Self-Referential Self-Improvement Via Prompt Evolution.” *ArXiv*, 28 de septiembre de 2023.

modo eficaz para refinar y optimizar los mismos *prompts*!⁵⁸¹ “El año pasado, en un artículo presentado en la NeurIPS, la principal reunión del sector, investigadores de Google Brain mostraron cómo un modelo al que se le solicitó que se explicara (una capacidad llamada razonamiento de cadena de pensamiento) podría solucionar correctamente un problema de palabras matemáticas, mientras el mismo modelo sin esa solicitud no sería capaz de hacerlo”.⁵⁸² Los avances seguirán a ritmo acelerado, pero los autores de este libro no creen, en este estadio, que la mayoría de los *prompts* vaya a prescindir de ello –eso implicaría una adivinanza (!) por parte de los LLM: para obtener una respuesta precisa, los LLM probablemente necesitarán preguntas precisas, como un ser humano persuasivo lo haría–. *Esto también implica que se seguirá exigiendo a los docentes que continúen teniendo dominio en el diseño de prompts.*

DEL APRENDIZAJE ADAPTATIVO A LOS SISTEMAS DE TUTORÍA INTELIGENTE⁵⁸³

La defensa del aprendizaje adaptativo puede hacerse en dos niveles: reducción del tiempo de aprendizaje para la mediana y autocontrol, según lo demostrado en el siguiente diagrama:



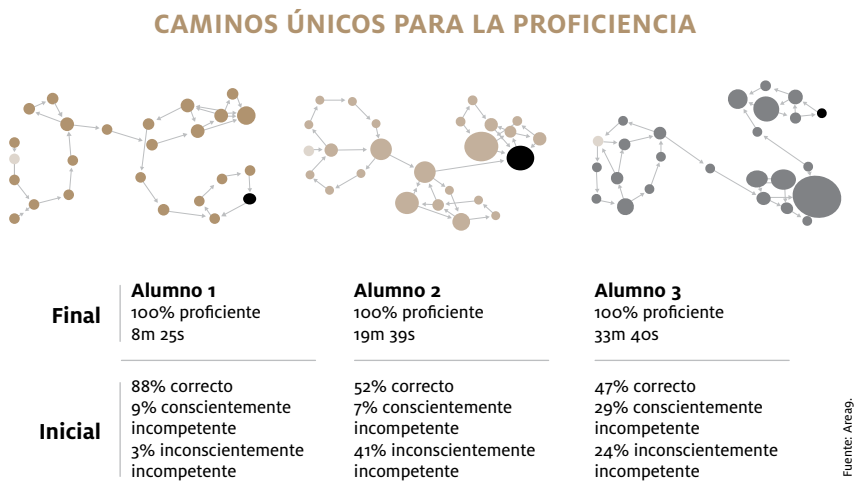
Fuente: Area9 Lyceum.

581. Yang, C., Wang, X. *et al.* (2023). Large Language Models as Optimizers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2309.03409>; Diao, S., Wang, P., Lin, Y. y Zhang, T. (2023). Active Prompting with Chain-of-Thought for Large Language Models. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2302.12246>; Guo, Q., Wang, R. *et al.* (2023). Connecting large language models with evolutionary algorithms yields powerful prompt optimizers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2309.08532>

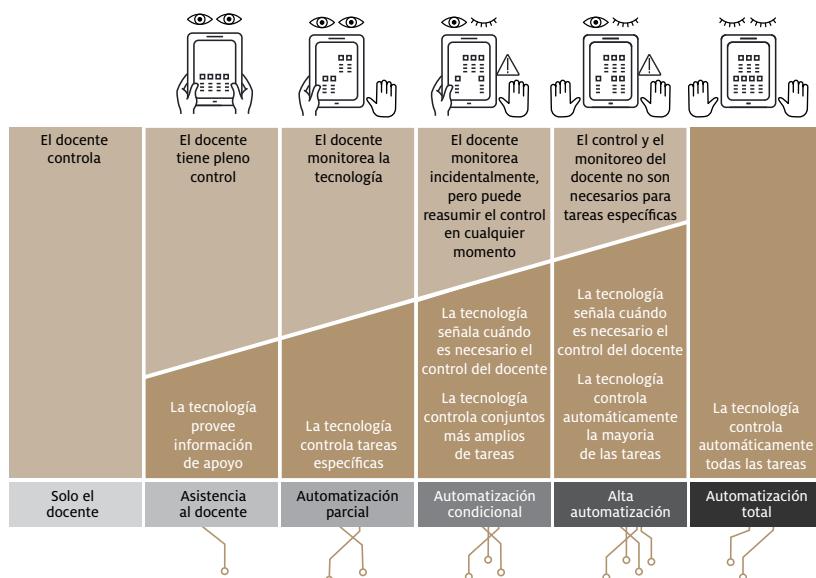
582. Quanta Magazine, 16 de marzo de 2023, por Stephen Ornes, <https://www.quantamagazine.org/the-unpredictable-abilities-emerging-from-large-ai-models-20230316/>

583. Para obtener una visión general técnica, consulte el documento *Artificial Intelligence in Education* do CCR. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AI-in-Education.pdf>

El aspecto del ritmo propio es mejor atendido por la tecnología, dada su capacidad para acompañar a cada alumno de manera independiente:



Sin embargo, aún no está claro hasta qué punto estos sistemas serán orientados, total o parcialmente, por el docente o por el alumno. Serán necesarios innumerables experimentos para comprender todas las variables que impulsan cada escenario y la interacción entre ellas (por ejemplo: verticalidad de la disciplina, proficiencia del docente, nivel del alumno, etc.). El siguiente diagrama muestra los distintos escenarios que todavía no fueron comprendidos (por disciplina, por rango de edades, etc.):

Fuente: Molenaar et al.⁵⁸⁴

¿Una posible solución para la falta de docentes?

El mundo necesita la impresionante cifra de 44 millones más de docentes para educar a todos los niños y jóvenes, según la Unesco,⁵⁸⁵ y en la mitad de los países de la OCDE hay escasez de profesores.⁵⁸⁶ Por lo tanto, es altamente improbable que sean reclutados y entrenados con la rapidez suficiente, sobre todo debido al aumento de las exigencias respecto al “qué”. Haciendo una analogía con el sector de la salud, el CCR prevé la aceptación creciente de “equivalentes a enfermeros” asistidos por IA, en lugar de la dependencia exclusiva de “clínicos generales”. Está claro que sería mucho mejor tener clínicos generales mejor entrenados, pero, lamentablemente, esto puede no ser viable en términos económicos o políticos en muchos países o en determinados distritos o escuelas.

584. Molenaar, I. (2021), "Personalisation of learning: Towards hybrid human-AI learning technologies", en OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots, OECD Publishing, París.

585. UNESCO, International Task Force on Teachers for Education 2030. (2023). The teachers we need for the education we want: the global imperative to reverse the teacher shortage; factsheet. *UNESCO Digital Library*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001>

586. OCDE. (2023). Latest PISA results. OECD.org. <https://www.oecd.org/pisa/>

EN RESUMEN

La IA es una promesa significativa para la Educación, ya que ofrece un alto potencial en dos facetas críticas e interdependientes de la enseñanza: diseño y entrega. En el ámbito del diseño, la IA puede ayudar a los educadores a elaborar currículos y planes de aula innovadores y personalizados, asegurando que el contenido educativo se base en las ciencias del aprendizaje, sea cautivante y eficaz. En el área de la entrega, la IA puede potenciar los Sistemas de Tutoría Inteligente (ITS, en su sigla en inglés) que ofrecen aprendizaje personalizado para los alumnos, abarcando sus fortalezas y debilidades individuales. Por medio del análisis de datos y de algoritmos predictivos, la IA también puede ayudar a los educadores a tomar decisiones con base en informaciones para atender a las diversas necesidades de los alumnos.

Conclusión

RESULTADOS DEL PISA 2022⁵⁸⁷

En el momento en que este libro estaba siendo concluido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) publicó los resultados del Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (Program for International Student Assessment o Pisa, en su sigla en inglés), que resultan preocupantes para muchos de nosotros. La institución hace las siguientes recomendaciones para la pregunta: **¿qué podemos aprender de los sistemas educativos resilientes?**

1. “Mantener las escuelas abiertas por más tiempo para más alumnos”: esto está en sintonía con las opiniones del Center for Curriculum Redesign (CCR) sobre el conocimiento moderno y las escuelas como un núcleo de estabilidad.
2. “Preparar a los alumnos para el aprendizaje autónomo”: de la misma manera, esto está muy alineado con las dimensiones del metaaprendizaje y la motivación/identidad/agencia/proósito, junto con el aprendizaje asistido por inteligencia artificial (IA).
3. “Construir bases sólidas para el aprendizaje y el bienestar de todos los alumnos”: esto se relaciona con la pobreza y la inseguridad, no abordadas en este libro.
4. “Limitar las distracciones causadas por el uso de dispositivos digitales en el aula”: tema deliberadamente no tratado en este libro.
5. “Fortalecer las alianzas entre escuela y familia y mantener a los padres/familiares involucrados en el aprendizaje de los alumnos”: tema deliberadamente no abordado en este libro.

587. OCDE. (2022). PISA 2022 Results. OECD.org. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/#recommendations>

6. “Retrasar la edad de selección para los diferentes programas educativos”: abordado como la elección entre producir/interpretar/apreciar y, a su vez, ofrecer una base amplia para todos.
7. “Brindar apoyo adicional a los estudiantes con dificultades en lugar de exigir que repitan el año escolar”: el aprendizaje adaptativo y el Sistema de Tutoría Inteligente (ITS, en su sigla en inglés) deben ayudar en esta cuestión.
8. “Garantizar personal y materiales educativos adecuados y de alta calidad”: tema deliberadamente no abordado en este libro.
9. “Establecer las escuelas como centros de interacción social”: esto está en sintonía con los puntos de vista del CCR sobre las escuelas como núcleos de estabilidad.
10. “Combinar autonomía escolar con mecanismos que garanticen su calidad”: tema deliberadamente no tratado en este libro.

ENFOQUE DE ESTE LIBRO VS. RECOMENDACIONES DE LA OCDE

La Educación es un campo amplio, y el CCR no buscó abordar muchas cuestiones políticas destacadas por la OCDE. Este libro tuvo como objetivo aclarar las complejidades inducidas por la IA y ayudar a fomentar charlas exhaustivas que lleven a la acción. El CCR intentó mostrar que todas estas complejidades pueden ser diseñadas en estándares, currículos, material didáctico y evaluaciones, y requieren un desarrollo profesional significativamente mejorado. Esto no es magia; es un trabajo arduo, explícitamente deliberado, sistemático, exhaustivo y demostrable –el mantra del CCR–.

Formación para equipos curriculares: sin duda, esta mayor complejidad exige un entrenamiento significativo para los departamentos/ministerios de Educación involucrados. El CCR recomienda un “abordaje de liberación gradual de responsabilidad”, también conocido como “tú lo observas, yo lo hago; nosotros lo codiseñamos; yo lo observo, tú lo haces”. El CCR podría diseñar un año escolar, codiseñar un segundo y, después, el ente responsable del currículo en un territorio determinado diseñaría el tercero con su orientación. El CCR también recomienda comenzar por el abordaje “revisión significativa” y, una vez dominado, pasar al

abordaje “rediseño profundo”. El CCR espera seguir ayudando a las entidades y a los sistemas escolares en este proceso de cambio (info@curriculumredesign.org).

EL VERDADERO CULPABLE, DESENMASCARADO: REQUISITOS PARA EL INGRESO A LA UNIVERSIDAD

Este libro expresa un creciente sentido de urgencia para atender los requerimientos de vida y empleabilidad de este siglo y de la IA. Sin embargo, los sistemas del sector público y, en particular, la Educación, están entre los más lentos al momento de hacer cambios. Por una parte, “no causar daños” es una mentalidad sabia. Por otra, ¿y si la inacción se vuelve más perjudicial que la acción? Este libro sostiene que no actuar es, de hecho, peor.

Además de todos los debates filosóficos de la Educación, el análisis de la causa raíz realizado por el CCR⁵⁸⁸ identifica el nudo gordiano, **el culpable involuntario por el congelamiento de todos los cambios: los requisitos para el ingreso a la universidad.** Llámense Gao Kao, Baccalaureat o SAT/GPA, estas evaluaciones sumativas de fin de curso definen qué se enseña y son altamente resistentes al cambio. Los esfuerzos del CCR en los próximos años, en conjunto con la OCDE, serán para reducir ese dominio.

588. Bialik, M. y Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Inertia-in-Education-CCR-Final.pdf>

Posfacio de la edición original

DR. MICHAEL FULLAN

Orden de Canadá, profesor emérito del Instituto de Estudios de Educación de Ontario (OISE) de la Universidad de Toronto

¡Qué honor estar vinculado a este libro!

Los capítulos que acaba de leer muestran un escenario de entusiasmo, preocupación y oportunidades desconocidas. Nuestra recomendación es que primero se tenga una noción del alcance y la profundidad de los eventos que probablemente ocurrirán. Por definición, no logrará tener una visión clara de lo que probablemente ocurrirá. Nadie puede lograrlo. Pero una visión general será útil. Después, profundice en el componente que sea más relevante para sus intereses. Tal vez usted sea docente, empresario o formulador de políticas –o un padre/una madre que se preocupa por el futuro de sus hijos, o un joven preguntándose cómo serán los próximos 20 años–. Un buen ejercicio para casi todos es profundizar en el futuro de las ocupaciones, examinando las ocupaciones en las que participan los miembros de la familia; o cuál puede ser el futuro del trabajo si usted, o personas que conoce, no tienen trabajo en este momento.

Nuestra mejor recomendación es usar una mirada dual. Considere el cuadro general –lo que probablemente sucederá con el mundo y el universo, no importa qué tan fantásticas sean las posibilidades–, bueno o malo. Por otro lado, examine su situación y la de su familia o sus amigos. ¿Qué está sucediendo ahora? ¿Qué podría suceder a corto plazo (en uno o dos años)? ¿Qué podría hacer o cómo debería afrontar la situación? Aplique el lente a sí mismo, a la familia y los amigos, y al mundo en general.

Dudamos que los seres humanos, en algún momento de la historia, hayan estado tan conscientes del contexto más amplio; o que haya existido una era en la que los más jóvenes hayan sido testigos de tanta turbulencia en sus primeros años de vida, o visto innovaciones tan espectaculares. Finalmente, estamos en una era en la que vivir y ser conscientes de estar vivos nunca fue tan palpable, para bien y/o para mal.

En resumen, lea y aplique las ideas, reflexiones y las preguntas que surjan a lo largo de la lectura de los capítulos de este libro. Cuestiónese sobre el futuro de la humanidad, el lugar que ocupa y cómo puede contribuir a generar cambios positivos.

Notas finales: palabras a A. C. Clarke

SAL-9000: “Dr. Chandra, ¿soñaré?”

Dr. Chandra : “*Desde luego que soñarás. Todas las criaturas inteligentes sueñan*”.

Película “2010: el año que hacemos contacto”;⁵⁸⁹ secuela de “2001: odisea del espacio”.

589. Wikipedia. (2023). The year we make contact. https://en.wikipedia.org/wiki/2010:_The_Year_We_Make_Contact

Los autores

CHARLES FADEL

Charles es un referente global en Educación además de escritor, futurista e inventor. Es fundador y presidente del Center for Curriculum Redesign (CCR), presidente del Comité de Educación del Comité Consultivo de Negocios e Industrias (BIAC, en su sigla en inglés) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), miembro del Grupo de Especialistas de la OCDE en Futuros de Inteligencia Artificial (IA), coautor de *Artificial Intelligence in Education* (2019), *Educación en cuatro dimensiones: las competencias que los estudiantes necesitan para su realización* (estructura en 23 idiomas; disponible en: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>) y *21st Century Skills* (Wiley, 2009). Cabe destacar que “21st Century Skills” (“habilidades para el siglo XXI”) se convirtió en una expresión usada en todo el mundo.

Trabajó con sistemas e instituciones educativas en más de 30 países y se desempeñó 25 años en el gerenciamiento tecnológico (M/A-COM, NeurodyneAI [fundador], Analog Devices, Cisco Systems). Antes, fundó y presidió la Fondation Helvetica Educatio (Ginebra, Suiza), fue líder de Educación Global de Cisco Systems, académico visitante del Grupo de Estudios Experimentales del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT ESG, en su sigla en inglés) y del programa Chief Learning Officer (CLO) de la Wharton School de la Universidad de Pensilvania, director de proyectos de la facultad de posgrado en Educación de la Universidad de Harvard, miembro del consejo de la Facultad de Ingeniería Olin e inversor ángel de Beacon Angels. Es licenciado en Ingeniería Eléctrica, tiene un MBA y siete patentes (y una más en trámite).

Biografía completa en: <http://curriculumredesign.org/about/team/#charles>

ALEXIS BLACK (DRA.)

Alexis es PhD (2019) en Antropología. Su investigación se concentra en la relación entre el lenguaje, la imaginación y la realidad humana; estudia el uso del lenguaje a medida que los hablantes “dan sentido” a sus experiencias en situaciones nuevas y escenarios desconocidos o futuros. Su investigación posdoctoral (2020-2021, generosamente financiada por la Fundación Fyssen) trató sobre la narrativa de historias de salud y la comprensión de crisis durante la pandemia del Covid-19. Actualmente, es investigadora sénior del Center for Curriculum Redesign (CCR), donde su experiencia en prácticas de creación de sentido e investigación se alinea con los objetivos de la organización de crear currículos y herramientas pertinentes para un mundo orientado hacia el futuro.

ROBBIE TAYLOR

Robbie es consultor sénior del CCR, donde lidera y colabora en proyectos que incluyen el desarrollo de la estructura en cuatro dimensiones, medición global de competencias⁵⁹⁰ y consultorías y desarrollo profesional para escuelas y docentes. Anteriormente, coordinó el currículo y dio clases de arte y diseño en la Austin Preparatory School. Tiene una maestría en Liderazgo Escolar por la Facultad de Posgrado en Educación de la Universidad de Harvard y es licenciado en Estudios de la Comunicación por la Universidad Northeastern.

JANET SLESINSKI

Janet es consultora en Educación y trabaja con el CCR. Orienta a profesores de todo el mundo en el desarrollo de un conocimiento más sólido sobre contenido, pedagogía y evaluación. Contribuye al desarrollo de currículos modernos de las matemáticas, investigación de competencias y desarrollo de material didáctico. Antes, fue directora de matemáticas en el Distrito Escolar Regional 19, en

590. Taylor, R. *et al.* (2020). Competencies for the 21st century: jurisdictional progress. Brookings Institute. <https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional-progress/>

Mansfield, Connecticut, y dio clases de matemáticas en la Secundaria en Vermont, Tennessee y Connecticut. Obtuvo una maestría en diseño curricular por la Saint Michael's College, una licenciatura en Educación Secundaria, una licenciatura en Matemáticas y otra en Física por la Universidad de Vermont.

KATIE DUNN

Katie es investigadora en Educación y gerente de proyectos en el CCR. Anteriormente, fue profesora de ciencias y matemáticas en la Boston Latin School. Tiene una maestría en Educación por la High Meadows Graduate School of Teaching and Learning (antiguo Woodrow Wilson Institute, en colaboración con el MIT) y es licenciada en Física y Ciencias Planetarias por el MIT.

Fundación Santillana

La Fundación Santillana mantiene un firme compromiso con la reducción de las desigualdades educativas, convencida de que la Educación constituye un pilar esencial para construir una sociedad más justa, democrática, inclusiva y sostenible.

Desde esta convicción, la Fundación desarrolla iniciativas orientadas a la generación y difusión de conocimiento riguroso, con el objetivo de ofrecer a los responsables de instituciones públicas y privadas, al profesorado y a la sociedad civil información y herramientas de calidad que contribuyan al fortalecimiento de una Educación de excelencia para todos.

Su labor se articula en estrecha colaboración con educadores e investigadores que, desde la academia y las aulas, promueven propuestas pedagógicas innovadoras, basadas en la evidencia y la experiencia.

Además, la Fundación establece alianzas estratégicas con organizaciones nacionales e internacionales para potenciar su impacto y alcance. Entre sus principales líneas de actuación se destacan el fomento del análisis y la reflexión sobre cuestiones clave de las políticas educativas, los modelos de enseñanza y los procesos de aprendizaje, así como la promoción del diálogo plural en torno a los retos y soluciones que comparten gestores, docentes, estudiantes y familias en distintos contextos y territorios.

Mediante la publicación de estudios, indicadores, ideas y buenas prácticas en el ámbito de las políticas públicas, la Fundación Santillana contribuye activamente a la mejora de los sistemas educativos. Asimismo, impulsa programas de reconocimiento que premian y visibilizan proyectos educativos innovadores y transformadores en diversas áreas del conocimiento.

www.fundacaosantillana.com

Grupo Santillana

Grupo Santillana es una compañía líder en contenidos y servicios educativos que apuesta firmemente por la innovación y la tecnología como motores de transformación, ofreciendo soluciones integrales adaptadas a las necesidades y realidades de cada centro educativo. Desde su fundación en 1960, con la vocación de ampliar el acceso a la alfabetización mediante materiales y recursos educativos, la compañía ha evolucionado hasta convertirse en un referente en el ámbito educativo de Latinoamérica. A lo largo de su trayectoria, ha impulsado proyectos pedagógicos innovadores que contribuyen al desarrollo personal y profesional del alumnado en toda la región.

Líder en el ámbito de la Educación Básica en Latinoamérica en lengua española y portuguesa, Santillana –pilar educativo del Grupo PRISA– está presente en 19 países y desempeña un papel clave en la transformación digital del sector educativo. La tecnología está redefiniendo múltiples aspectos de la vida cotidiana, y la Educación no es ajena a esta transformación. El uso del Big Data abre nuevas oportunidades para personalizar el aprendizaje, mientras que la inteligencia artificial, con su enorme potencial, capta cada vez más el interés de familias, equipos directivos y docentes.

Santillana responde a estos desafíos con soluciones educativas híbridas, que integran recursos impresos y digitales de forma flexible. Su portafolio incluye proyectos versátiles y escalables, diseñados para adaptarse a la diversidad de contextos escolares. Modelos pedagógicos como Compartir, UNOi o CREO se estructuran bajo un sistema de suscripción que contempla, además, el acompañamiento continuo de asesores y expertos en Educación. Asimismo, la compañía impulsa soluciones orientadas a la analítica del aprendizaje, integrando el análisis del rendimiento académico con indicadores socioemocionales. Iniciativas como UNOinteligence e iM-PROVE constituyen una firme apuesta por una Educación personalizada, basada en evidencias, que seguirá fortaleciéndose y evolucionando en los próximos años.

Fundación Telefónica

En Fundación Telefónica contribuimos a hacer nuestro mundo más humano impulsando un desarrollo digital inclusivo. Trabajamos para dar respuesta a cuatro grandes retos: reducir la brecha educativa, mejorar la empleabilidad, fomentar la integración social y promover el arte, la cultura y el pensamiento. Anticipamos las oportunidades y desafíos de la digitalización y desarrollamos programas formativos gratuitos para acompañar a las personas a lo largo de su vida: formando niños y niñas sobre competencias digitales y el uso responsable de la tecnología, capacitando a jóvenes y adultos para que puedan acceder a las profesiones digitales y facilitando la inclusión digital de las personas mayores para que no se queden atrás.

Además, abogamos por un uso responsable de la tecnología y apostamos por una Inteligencia Artificial (IA) ética que ofrezca oportunidades para todos, poniendo siempre a las personas en el centro. Por ello, la IA vertebró buena parte de nuestra actividad y es el eje que sostiene proyectos en todos nuestros ámbitos de actuación.

Al mismo tiempo, promovemos la defensa de los derechos digitales, la frontera ética que garantiza el acceso a las oportunidades, al conocimiento, a la participación social. Así contribuimos a generar un entorno digital inclusivo, justo y respetuoso.

Apéndice digital

322	Listado de todas las referencias con <i>links</i> activos
376	El origen evolutivo de las competencias
414	Teorías de Sabiduría
424	Teorías de Motivación
432	Teorías de Identidad
438	Teorías de Agencia
442	Teorías de Propósito
448	El modelo Ikigai
452	Diez principios del aprendizaje con pasión en la era de la IA
460	Proceso de reformulación de patrones de CCR

Nota – Se adicionará al apéndice digital en inglés, en una fecha que será anunciada oportunamente:

- Creatividad e IA
- Pensamiento crítico e IA
- Comunicación e IA
- Colaboración e IA
- Curiosidad e IA
- Resiliencia e IA
- Coraje e IA
- Ética e IA
- Metaaprendizaje e IA

Listado de todas las referencias con *links* activos

¹ Fadel, C. (2021) Education Engineering. *Center for Curriculum Redesign*. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf>

² Bialik, M. & Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. *Center for Curriculum Redesign*.

³ Schiro, M. (2007). *Curriculum theory - Conflicting visions and enduring concerns*. Sage.

⁴ Getting It Wrong from the Beginning: Our Progressivist Inheritance from Herbert Spencer, John Dewey e Jean Piaget Paperback – 11 de julio de 2004.

⁵ Trilling, B., Fadel, C. y Bialik, M. (2015). *Educación en cuatro dimensiones*. *Center for Curriculum Redesign*. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>

⁶ Taylor, R. et al. (2020). Competencies for the 21st century: Jurisdictional progress. *Brookings*. <https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional-progress/>

⁷ Bialik, M. y Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. *Center for Curriculum Redesign*.

⁸ OCDE. (2018). Children and young peoples' mental health in a digital age.

⁹ Azhar, A. y Smith, C. (2023). Time-space compression; ++ #439. *Exponential View*. <https://www.exponentialview.co/p/ev-439>

¹⁰ <https://curriculumredesign.org/>

¹¹ Holmes, W., Bialik, M. y Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education*. *Center for Curriculum Redesign*. <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/>

¹² Wikipedia. (2023). AlphaGo versus Lee Sedol. https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo_versus_Lee_Sedol

¹³ Everstine, B.W. (2020). Artificial intelligence easily beats human pilot in DARPA trial. *Air&Space*. <https://www.airandspaceforces.com/artificial-intelligence-easily-beats-human-fighter-pilot-in-darpa-trial/>

¹⁴ Wikipedia. (2023). Henri Guillaumet. https://en.wikipedia.org/wiki/Henri_Guillaumet

¹⁵ Marcus, G. (2008). *Kluge: The haphazard construction of the human mind*. Capítulo 5: Lenguaje. <https://fb2.top/kluge-the-haphazard-construction-of-the-human-mind-258143/read/part-5>

- ¹⁶ Magga, O.H. (2006). Diversity in Saami terminology for reindeer, snow, and ice. *International Social Science Journal*, 58(187), 25-34. <https://typeset.io/papers/diversity-in-saami-terminology-for-reindeer-snow-and-ice-244d5yti2>
- ¹⁷ Por Mustafa Suleyman (2023), cofundador de DeepMind, in *The Coming Wave: Technology, Power, and the Twenty-first Century's Greatest Dilemma*, Crown.
- ¹⁸ Contrariando el anuncio de superioridad hecho por Marc Zuckerberg sobre el enfoque en AGI.
- ¹⁹ Domingos, P. (2015). *The master algorithm*. Basic Books.
- ²⁰ Russell, S. J. y Norvig, P. (2009). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall.
- ²¹ Morris, M. R., Fiedel, N. et al. (2023). Levels of AGI: Operationalizing progress on the path to AGI. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2311.02462>
- ²² Tegmark, M. (2017). *Vida 3.0: Ser humano en la era de la inteligencia artificial*. Taurus.
- ²³ *Ibidem*.
- ²⁴ Kurzweil, R. (2006). *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. Penguin.
- ²⁵ Xu, Y., Liu, X. et al. (2021). Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. *The Innovation*, 2(4), 100179. <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2021.100179>
- ²⁶ Vea el Apéndice digital “El origen evolutivo de las competencias”.
- ²⁷ Schwartz, O. (2019). Andrey Markov and Claude Shannon counted letters to build the first language generation models. *IEEE Spectrum*. <https://spectrum.ieee.org/andrey-markov-and-claude-shannon-built-the-first-language-generation-models>.
- ²⁸ Wikipedia. (2023). Markov chain. https://en.wikipedia.org/wiki/Markov_chain
- ²⁹ Kahneman, D., Slovic, P. y Tversky, A. (1982). Judgment under uncertainty: References. <https://www.semanticscholar.org/paper/Judgment-under-uncertainty%3A-References-Kahneman-Slovic/30a0282ef802303f87db9da6a3c8bbb6f22fad2d>
- ³⁰ Si no hay un *a priori*, generamos una hipótesis que es comprobada o refutada con nueva información, lo que se conoce en matemática como método bayesiano.

- ³¹ Wikipedia. (2023). Moore's law. https://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law
- ³² Tal como uno de los autores (Fadel) vivenció, su startup NeurodyneAI fue creada 30 años antes del momento indicado.
- ³³ Para obtener una descripción más amplia del aprendizaje automático, descargue gratuitamente nuestro libro anterior *Artificial Intelligence in Education*: <https://curriculumredesign.org/our-work/artificial-intelligence-in-education/>
- ³⁴ Rumelhart, D. E., Hinton, G. E. y Williams, R. J. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature*, 323(6088), 533-536. <https://www.nature.com/articles/323533a0>
- ³⁵ Entró en el “freezer” y tuvo que cambiar de nombre de “redes neuronales” a aprendizaje profundo después de ser atacada por Marvin Minsky, del MIT, el líder carismático de la IA simbólica (consulte nuestro libro *Artificial Intelligence in Education*).
- ³⁶ Google DeepMind. (2022). Mastering Stratego, the classical game of imperfect information. *DeepMind Research Blog*. <https://www.deepmind.com/blog/mastering-stratego-the-classic-game-of-imperfect-information>
- ³⁷ Google DeepMind (2023). Alphafold. *DeepMind Research Blog*. <https://www.deepmind.com/research/highlighted-research/alphafold>
- ³⁸ Google DeepMind. (2023). A catalog of genetic mutations to help pinpoint the cause of diseases. *DeepMind Research Blog*. <https://www.deepmind.com/blog/alphamissense-catalogue-of-genetic-mutations-to-help-pinpoint-the-cause-of-diseases>
- ³⁹ Smith, B.C. (2019) *The Promise of Artificial Intelligence: Reckoning and Judgment*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262043045/the-promise-of-artificial-intelligence/>
- ⁴⁰ Cao, L. y Dede, C. (2023). *Navigating A World of Generative AI: Suggestions for Educators*.
- ⁴¹ Marcus, G. (2018). Deep Learning: A Critical Appraisal. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>
- ⁴² Para una buena introducción técnica, consulte <https://writings.stephenwolfram.com/2023/02/what-is-chatgpt-doing-and-why-does-it-work/>
- ⁴³ Shannon, C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423, 623–656. <https://peo->

ple.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf

⁴⁴ Nuestro libro de 2018, *Artificial Intelligence in Education*, fue lanzado demasiado temprano para tener repercusión en el público de Educación, por eso hicimos esta actualización.

⁴⁵ Gould, S. J. (2007). *Punctuated Equilibrium*. Belknap Press.

⁴⁶ Sevilla, J. et al. (2022). Compute trends across three eras of machine learning. ArXiv: Universidad de Cornell.

<https://arxiv.org/abs/2202.05924>

⁴⁷ Ji, Z. et al. (2022). Survey of hallucination in natural language generation. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2202.03629>

⁴⁸ Ding et al. (2023). The efficiency spectrum of large language models: An algorithmic survey. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/pdf/2312.00678.pdf>

⁴⁹ Du, Y., Shuang, L. et al. (n.d.) Improving factuality and reasoning in language models through multiagent debate. https://composable-models.github.io/llm_debate/

⁵⁰ Significant-Gravitas/AutoGPT. (2023). Cuenta GitHub. <https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT>

⁵¹ DeepMind se asoció a 33 laboratorios de investigación para crear el conjunto de datos de robótica más amplio existente, conteniendo más de un millón de trayectorias de 22 robots, incluyendo brazos robóticos, robots bimanuales y cuadrúpedos, demostrando más de 500 habilidades.

⁵² Es notable que Google tenga acceso a una joya como YouTube: esta no solo es una fuente muy grande de datos inexplorados, sino que también es razonablemente estructurada por sus usuarios finales y *contiene un tesoro de información procedimental que en general no está presente en otros conjuntos de datos. Se puede decir lo mismo de GSuite/GMail, pero tal vez con restricciones de propiedad que es posible evitar por medio de la anonimización.*

⁵³ Zhu, D. et al. (2023). MiniGPT-4: Enhancing vision-language understanding with advanced large language models. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2304.10592>

⁵⁴ Gunasekar et al. (2023). Textbooks are all you need. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2306.11644>

- ⁵⁵ Blue OS Museum. (2023). Steve Ballmer at .NET presentation: Developers. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XxbJw8PrIk>
- ⁵⁶ Bolton, E. *et al.* (2022) Stanford CFRM introduces PubMedGPT 2.7b. Universidad de Stanford HAI. <https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b>; también Google/ PALM, Matias, Y. y Corrado, G. (2023). Our latest health AI research updates. Google: Health. <https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/>
- ⁵⁷ Gunasekar *et al.* (2023). Textbooks are all you need. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2306.11644>
- ⁵⁸ Yang, C., Wang, X. *et al.* (2023). Large Language Models as Optimizers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2309.03409>
- ⁵⁹ Zhou, Y., Muresanu, A. I. *et al.* (2022). Large Language Models Are Human-Level Prompt Engineers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2211.01910>
- ⁶⁰ Por ejemplo, Clevecode. (2023). “Can you beat a stochastic parrot?”
- ⁶¹ Bounded Regret. (2022). More is different for AI. *Bounded Regret Blog*. <https://bounded-regret.ghost.io/more-is-different-for-ai/>
- ⁶² Ganguli, D., Hernandez, D., *et al* (2022). Predictability and Surprise in Large Generative Models. ArXiv. <https://doi.org/10.1145/3531146.3533229>
- ⁶³ Miller, K. (2023). AI’s ostensible emergent abilities are a mirage. *Stanford: HAI*. <https://hai.stanford.edu/news/ais-ostensible-emergent-abilities-are-mirage>; Rylan Schaeffer, Brando Miranda, Sanmi Koyejo. Are Emergent Abilities of Large Language Models a Mirage? NeurIPS 2023 <https://arxiv.org/abs/2304.15004>
- ⁶⁴ Davidson, T. (2023). What a compute-centric framework says about take-off speeds. *Open Philanthropy*. <https://www.openphilanthropy.org/research/what-a-compute-centric-framework-says-about-takeoff-speed>; Cotra, A. (2023). Language models surprised us. Planned Obsolescence. <https://www.planned-obsolescence.org/language-models-surprised-us/>
- ⁶⁵ Smith, M. (2023). When AI unplugs, all bets are off. IEEE Spectrum. <https://spectrum.ieee.org/personal-ai-assistant>
- ⁶⁶ Bounded Regret. (2023). What will GPT-2030 look like? *Bounded Regret Blog*. <https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/>

⁶⁷ Mucho se debate sobre las implicancias de “modelos de mundo”, con la exageración de algunos investigadores de IA: una comprensión de, por ejemplo, geografía no proporcionaría soporte a una comprensión de las leyes físicas y de la causalidad del mundo. Gary Marcus explica que esa *apariencia de tener una estructura para el conocimiento no significa que tenga una comprensión del conocimiento suficiente para que lo llamemos “modelo”*. De hecho, muestra que IAs mucho más primitivas contienen correlaciones sobre el espacio físico.

⁶⁸ En otras palabras, necesitan “hablar” para “pensar”.

⁶⁹ Bencheckroun, Y. *et al.* (2023). WorldSense: A synthetic benchmark for grounded reasoning in large language models. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2311.15930>

⁷⁰ Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Harvard Business School Press.

⁷¹ Wikipedia. (2023). Triz. <https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ>

⁷² Elyoseph, Z., Asraf, K. y Lvovsky, M. (2023). ChatGPT outperforms humans in emotional awareness evaluations. *Frontiers in Psychology*, 14, 1199058. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1199058>

⁷³ Conforme lo mencionado en la “Introducción”, este libro no abarca cuestiones de ética y sesgo, ya que están siendo tratadas por muchas organizaciones.

⁷⁴ Tarnoff, B. (2023). Weizenbaum’s nightmares: How the inventor of the first chatbot turned against AI. *The Guardian*; Li, M. y Suh, A. (2022). Anthropomorphism in AI-enabled technology: A literature review. *Electron Markets* 32, 2245-2275.

⁷⁵ Lee, H. Y., Jamieson, J. P., *et al* (2020). Getting Fewer “Likes” Than Others on Social Media Elicits Emotional Distress Among Victimized Adolescents. *Child Development*, 91(6), 2141. <https://doi.org/10.1111/cdev.13422>

⁷⁶ Narayanan, A. y Kapoor, S. (2023). Why people keep anthropomorphizing AI. *AI Snake Oil*. <https://www.aisnakeoil.com/p/people-keep-anthropomorphizing-ai>

⁷⁷ Character.ai. es un chatbot para el que los usuarios pueden crear diferentes “personalidades” y compartirlas on-line con el objetivo de que otras personas puedan conversar con ellas.

⁷⁸ Brackley, J. y Vincent, S. (2015). Humans. [Serie de televisión. Temporada 1, en diversos episodios].

⁷⁹ <https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT>

⁸⁰ Turkle, S. (2011). *Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*. Basic Books.

⁸¹ Palestra de Richard Feynman, el 26 de septiembre de 1985, sobre IA: <https://www.youtube.com/watch?v=ipRvJS7q1DI>

⁸² “La orientación estratégica humana combinada con la acuidad táctica de una computadora fue arrolladora.” “Humano débil + máquina + proceso mejor fue superior a una computadora fuerte sola y, más notablemente, superior a un humano fuerte + máquina + proceso inferior.” Fuente: Garry Kasparov, “The Chess Master and the Computer”, *New York Review of Books*, 11 de febrero de 2010.

⁸³ Gonçalves, B. (2020). Dystopia or utopia? Alan Turing’s Promethean ambition about intelligence machines. *Research Gate*. https://www.researchgate.net/publication/348185600_Dystopia_or_utopia_Alan_Turing's_Promethean_ambition_about_intelligent_machines

⁸⁴ Lex Clips. (2019). Richard Feynman: Can machines think? *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=ipRvJS7q1DI>

⁸⁵ McKinsey and Company. (2023). Debido a la IA generativa, los especialistas evalúan que la tecnología podría alcanzar el desempeño de nivel humano en capacidades antes de lo pensado. *McKinsey Global Institute*.

<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/mckinsey%20explainers/whats%20the%20future%20of%20generative%20ai%20an%20early%20view%20in%202015%20charts/svgz-futuregenaicollection-ex2.svgz?cq=50&cpy=Center>

⁸⁶ Strubell, E., Ganesh, A. y McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1906.02243>

⁸⁷ Lenat, D. y Marcus, G. (2023) Getting from Generative AI to Trustworthy AI.

⁸⁸ Toomey, D. (2023). What’s happening with Twitter is a threat to democracy. *The Leadership Conference on Civil and Human Rights*. <https://civilrights.org/blog/whats-happening-with-twitter-is-a-threat-to-democracy/#>; Yaraghi, N. (2020). Twitter’s ban on political advertisements hurts our democracy. *Brookings*. <https://>

www.brookings.edu/articles/twitters-ban-on-political-advertisements-hurts-our-democracy/

⁸⁹ Esto también se aplica a la ciencia de la computación en general desde sus inicios, ya que la computación contribuyó a la neurociencia. (Wang, X. *et al.* (2020). Computational neuroscience: A frontier of the 21st century. *National Science Review*, 7(9), 1418-1422. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwaa129>)

⁹⁰ McLuhan, M. (1964). *Understanding media: The extensions of man*. McGraw-Hill.

⁹¹ Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

⁹² Clark, A. y Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.

⁹³ Sharfstein, E. (2011). Un estudio señala que la memoria funciona de forma diferente en la era de Google. *Columbia News*. <https://news.columbia.edu/news/study-finds-memory-works-differently-age-google>; Sparrow, B., Liu, J. y Wegner, D. M. (2011). Google effects on memory: Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*, 333(6043), 776-778.

⁹⁴ Thrun, S. *et al.* (2006). Stanley: The robot that won the DARPA Grand Challenge. *Journal of Field Robotics*, 23(9), 661-692.

⁹⁵ Farhangi, H. (2010). The path of the smart grid. *IEEE Power and Energy Magazine*, 8(1).

⁹⁶ Botta, A. *et al.* (2016). Integration of cloud computing and internet of things: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 56, 684-700.

⁹⁷ Rajkomar, A., Dean, J., Kohane, I. (2019). Machine learning in medicine. *The New England Journal of Medicine*, 380(14), 1347-1358.

⁹⁸ Adomavičius, G. y Tuzhilin, A. (2005). Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. In: *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* 17(6), 734-749.

⁹⁹ <https://www.simform.com/blog/types-of-ai-agents/>

¹⁰⁰ Del griego antiguo κυβερνήτης (kybernētēs), que significa “timonel”.

¹⁰¹ Bessen, J. (2015). *Learning by doing*. Yale University Press.

¹⁰² Trilling, B., Fadel, C. y Bialik, M. (2015). *Educación en cuatro dimensiones*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org>.

org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf.

¹⁰³ Matias, Y. y Corrado, G. (2023). Our latest AI health updates. *Google: The Keyword*. <https://blog.google/technology/health/ai-llm-medpalm-research-thecheckup/>

¹⁰⁴ Bolton, E., Hall, D., et al. (2022). Stanford CRFM introduces PubMedGPT 2.7B. *HAI Stanford*. <https://hai.stanford.edu/news/stanford-crfm-introduces-pubmedgpt-27b>

¹⁰⁵ <https://www.openevidence.com/>

¹⁰⁶ Wu, S. Irsoy, O. et al. (2023). BloombergGPT: A Large Language Model for finance. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/2303.17564>

¹⁰⁷ AI4Finance-Foundation/FinGPT. (2023). GitHub Repository. <https://github.com/AI4Finance-Foundation/FinGPT>.

¹⁰⁸ Frey, C. B. y Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, “Machines and Employment” Workshop Papers. https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

¹⁰⁹ Nedelkoska, L. y G. Quintini (2018), “Automation, skills use and training”, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, OECD Publishing, Paris, <https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>

¹¹⁰ Osborne, M. (2023). Generative AI and the future of work: a reappraisal. *Brown Journal of World Affairs*. <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:f52030f5-23eb-4481-a7f1-8006685edbae>

¹¹¹ Paulson, B. y Broderick, E. (2023). Compounding through the hype. *Morgan Stanley: Insights*. <https://www.morganstanley.com/im/en-us/individual-investor/insights/articles/compounding-through-the-hype.html>

¹¹² Ellingrud, K., et al. (2023). Generative AI and the future of work in America. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/mgi/our-research/generative-ai-and-the-future-of-work-in-america>.

¹¹³ World Economic Forum. (2023). Jobs of tomorrow: Large language models and jobs. *White Papers*. <https://www.weforum.org/publications/jobs-of-tomorrow-large-language-models-and-jobs/>

¹¹⁴ Se realizan grandes esfuerzos de investigación para evaluar el desempeño de diferentes softwares, sobre todo modelos de IA y de aprendizaje automático, en pruebas de *benchmark* estándar. Estos tests de *benchmark* son fundamentales para la comprensión de las capacidades, limitaciones y desempeño comparativo de un modelo. Sus resultados brindan insights sobre el progreso de la IA, cooperando en la identificación de avances y de áreas que deben ser más exploradas.

¹¹⁵ Brynjolfsson, E., Mitchell, T. y Rock, D. 2018. What can machines learn, and what does it mean for occupations and the economy? *AEA Papers and Proceedings*, 108, 43-47. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pandp.20181019>

¹¹⁶ Dicho sea de paso, el BLS no prevé nuevas ocupaciones hasta que la tecnología salga de la etapa de investigación y desarrollo. El Center for Curriculum Redesign (CCR) no analizará aquí la velocidad relativamente lenta de la difusión de la tecnología.

¹¹⁷ Handel, M.J. (2000). Is there a skills crisis? *The Jerome Levy Economics Institute of Bard College: Public Policy Brief*. <https://www.levyinstitute.org/pubs/ppb/ppb62.pdf>

¹¹⁸ World Economic Forum. (2016). The future of jobs report. *WEF Global Challenge Insight Report*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf

¹¹⁹ Zeeshan-ul-hassan, U. (2019). Jobs of the future - Are you ready? *Zeeshan-ul-hassan Usmani* (blog). <https://zeeshanusmani.com/2019/09/23/jobs-of-the-future-are-you-ready/>

¹²⁰ Bhagwat, A. (1973). Main features of the employment problem in developing countries. *IMF Staff Papers*, 1973(001), A002. <https://www.elibrary.imf.org/view/journals/024/1973/001/article-A002-en.xml>. Ferguson, S. (2023). Understanding America's labor shortage. *U.S. Chamber of Commerce*. <https://www.uschamber.com/workforce/understanding-americas-labor-shortage>

¹²¹ Martinez, M. (2023). As baby boomers retire, German businesses turn to robots. *Reuters*. <https://www.reuters.com/technology/baby-boomers-retire-german-businesses-turn-robots-2023-10-27/>

¹²² Iansiti, M. *et al.* (2020). *Competing in the age of AI*. Harvard Business Review Press; Ignatius, A. (Ed.) (2023). AI won't replace humans - but humans with AI will replace humans with-

out AI. *Harvard Business Review: Business and Society*. <https://hbr.org/2023/08/ai-wont-replace-humans-but-humans-with-ai-will-replace-humans-without-ai>.

¹²³ Dell'Acqua, F., et al. (2023). Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of AI on knowledge worker productivity and quality. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013*. <https://ssrn.com/abstract=4573321> ou <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4573321>

¹²⁴ Wikipedia. (2023). Ajedrez avanzado. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

¹²⁵ Es interesante que la analogía cibernético/centauro haya sido utilizada por primera vez en el ajedrez con máquinas. https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_chess

¹²⁶ Autor, D. H., Levy, F. y Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.

¹²⁷ Graefe, A. (2016). *Guide to automated journalism*. Tow Center for Digital Journalism.

¹²⁸ Huang, M. H. y Rust, R. T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of service research*, 21(2), 155-172. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1094670517752459>

¹²⁹ Chen, J. H. y Asch, S. M. (2017). Machine Learning and Prediction in Medicine — Beyond the Peak of Inflated Expectations. *The New England journal of medicine*, 376(26), 2507.

¹³⁰ Tolentino, Cierra. (2022). “The Myth of Icarus: Chasing the Sun.” *History Cooperative*.

¹³¹ King, L. A., Hicks, J. A. y Abdelkhalik, J. (2009). Death, life, scarcity, and value: An alternative perspective on the meaning of death. *Psychological Science*, 20 (12), 1459-1462.

¹³² Bluck, S. y Glück, J. (2005). From the Inside Out: People's Implicit Theories of Wisdom. In: R. J. Sternberg y J. Jordan (Eds.), *A handbook of wisdom: Psychological perspectives* (pp. 84–109). Cambridge University Press.

¹³³ Tomasello, M. (1999). The human adaptation for culture. *Annual review of anthropology*, 28 (1), 509-529. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.anthro.28.1.509>

- ¹³⁴ Kahan, D. M. (2015). Climate-science communication and the measurement problem. *Advances in Political Psychology*, 36, 1-43. <https://www.jstor.org/stable/43783843>; Norenzayan, A. y Gervais, W. M. (2013). The origins of religious disbelief. *Trends in Cognitive Sciences*, 17 (1), 20–25. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.11.006>.
- ¹³⁵ Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H. y Cook, J. (2017). Beyond misinformation: Understanding and coping with the “post-truth” era. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(4), 353–369. <https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.07.008>
- ¹³⁶ No quiso decir, como algunos entendieron erróneamente, “convertirse en religioso”.
- ¹³⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Thinking_Machines_Corporation
- ¹³⁸ Comunicación personal con Charles Fadel.
- ¹³⁹ Gardiner, Stephen M. (2011). *A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change*, Environmental Ethics and Science Policy Series, online edition. Oxford, UK: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195379440.001.0001>
- ¹⁴⁰ Wilks, Yorick, Ed. (2010). *Close Engagements with Artificial Companions: Key Social, Psychological, Ethical and Design issues*. Amsterdam: John Benjamins Pub. Co.
- ¹⁴¹ Rigaud, Nicolas. (2008). “Biotechnology: Ethical and Social Debates.” Report for the *OECD International Futures Project on The Bioeconomy to 2030.*”
- ¹⁴² Glück, Judith y Nic M. Weststrate. (2022). “The Wisdom Researchers and the Elephant: An Integrative Model of Wise Behavior.” *Personality and Social Psychology Review*, 26 (4), 342–374.
- ¹⁴³ Søgaard Jørgensen, P. et al. (2023). Evolution of the polycrisis: Anthropocene traps that challenge global sustainability. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London (B)*.
- ¹⁴⁴ Mitchell, L., Knight, B. y Pachana, N. (2017). Wisdom across the ages and its modern-day relevance. *International Psychogeriatrics*, 29 (8), 1231-1234.
- ¹⁴⁵ Oxford Learner’s Dictionary. (2023). “Wisdom.”
- ¹⁴⁶ Merriam-Webster Dictionary. (2023). “Wisdom.” <https://www.merriam-webster.com/dictionary/wisdom>
- ¹⁴⁷ Larousse. (2023). “Sagesse.” <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/sagesse/70506>

- ¹⁴⁸ Fine, G. (2008). "Does Socrates Claim to Know that He Knows Nothing?". *Oxford Studies in Ancient Philosophy*. 35: 49–88.
- ¹⁴⁹ Wikipedia. (2023). "Wisdom - Rigpa Shedra." <https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Wisdom>; Wikipedia. (2023). "Primordial wisdom - Rigpa Shedra." https://www.rigpawiki.org/index.php?title=Primordial_wisdom.
- ¹⁵⁰ Easwaran, E. (2007). *The Bhagavad Gita: Classics of Indian Spirituality*. Nilgiri Press.
- ¹⁵¹ Bodhi, B. (1999). *The noble eightfold path*. Access to Insight. <https://www.accesstoinsight.org/lib/authors/bodhi/waytoend.html>
- ¹⁵² Wikipedia. (2023). "Hikma" <https://en.wikipedia.org/wiki/Hikmah>
- ¹⁵³ Legge, J. (1891). 《道德經 - Dao De Jing》. *Chinese Text Project*. <https://ctext.org/dao-de-jing#n11624>
- ¹⁵⁴ Leo, Andres. (2023). Chinese word database. <https://www.chinese-word.com/data/2262-2.html>
- ¹⁵⁵ Thesaurus.com. (2023). "Wisdom." <https://www.thesaurus.com/browse/wisdom>
- ¹⁵⁶ Sternberg, R. J. y Glück, J. (Eds.) (2022). *The psychology of wisdom: An introduction*. Cambridge University Press.
- ¹⁵⁷ Doctrina del término medio (filosofía). (2024). *Wikipedia*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_mean_\(philosophy\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_mean_(philosophy))
- ¹⁵⁸ Lanctot, J.D. y Irving, J.A. (2010). Character and Leadership: Situating Servant Leadership in a proposed virtues framework. *International Journal of Leadership Studies*, 6 (1), 28-50. https://www.regent.edu/acad/global/publications/ijls/new/vol6iss1/2_Final%20Edited%20Lanctot%20and%20Irving_pp%2028-50.pdf
- ¹⁵⁹ Drew, C. (2023). *25 maturity examples*. Helpful Professor. <https://helpfulprofessor.com/maturity-examples/>
- ¹⁶⁰ Allport, G. W. (1961). *Pattern and growth in personality*. Holt, Reinhart & Winston.
- ¹⁶¹ Todres, J. (2012). Maturity. *Houston Law Review*, 48(5), 1107-1165. <https://houstonlawreview.org/article/4131-maturity>
- ¹⁶² Hanh, T. N. (2018). *El corazón de las enseñanzas de Buda: el arte de transformar el sufrimiento en paz, alegría y liberación*. Zenith.
- ¹⁶³ Paul, R. y Elder, L. (2006). Critical thinking: The nature of critical and creative thought. *Journal of Developmental Education*, 30(2), 34.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Critical-Thinking%3A-The-Nature-of-Critical-and-Paul-Elder/8bc9e8bfe26e71fd1cb68c93d7561c478d7c032>

¹⁶⁴ Sternberg, R. J. (2005). Wisdom as a form of giftedness. *Gifted Child Quarterly*, 49 (4), 277-290. <https://eric.ed.gov/?id=EJ616398>

¹⁶⁵ Baltes, P. B. y Smith, J. (2008). The Fascination of Wisdom: Its Nature, Ontogeny, and Function. *Perspectives on Psychological Science*.

¹⁶⁶ Davis, E. (2023). Benchmarks for automated commonsense reasoning: A survey.

¹⁶⁷ Mbiti, J. S. (1990). *African religions & philosophy*. Heinemann.

¹⁶⁸ Lau, D. C. (2011). *Confucius: The analects. Bilingual edition*. Hong Kong University Press. https://cup.cuhk.edu.hk/index.php?route=product/product&product_id=361

¹⁶⁹ Sternberg, R. J., Nusbaum, H. y Glueck, J. (Eds.) (2019). *Applying wisdom to contemporary world problems*. Palgrave-Macmillan.

¹⁷⁰ Bazerman, Max H. y Ann E. Tenbrunsel. (2011). *Blind Spots: Why We Fail to Do What's Right and What to Do About It*. Princeton, NJ: Princeton University Press. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691156224/blind-spots>; Floridi, Luciano. (2013) *The Ethics of Information*. Oxford, UK: Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199641321.001.0001>; Manuel Velasquez, C. M., Andre, C., Shanks, T. S. J. y Meyer, M. J. (2010). "Thinking Ethically: A Framework for Moral Decision Making." *Issues in Ethics*, 7 (1). <https://static1.squarespace.com/static/5e67f2971cd1421e2f954980/t/5e7bcf7e9e0f5b32db9cbc1f/1585172350318/Thinking-Ethically.pdf>

¹⁷¹ De Duve, C. (2009). *Genetics of original sin*. Odile Jacob Publishing. https://www.odilejacob.com/catalogue/sciences/genetique/genetics-of-original-sin_9782738147523.php

¹⁷² Mackey, Richard H. Sr. *Translating Vision into Reality: the Role of the Strategic Leader*. (Carlisle Barracks, PA: US Army War College, 1992), 10. Nota al pie: 15. <https://usawc.libanswers.com/faq/84869>

¹⁷³ Conger, J. A. y Kanungo, R. N. (1998). *Charismatic leadership in organizations*. Sage Publications, Inc.; Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance*. Stanford University Press.

¹⁷⁴ Dehaene S., Izard V., Spelke E. y Pica P. (2008). Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazo-

nian indigene cultures. *Science*, 320(5880):1217-20. doi: 10.1126/science.1156540. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18511690/>

¹⁷⁵ Vea el Apéndice digital “El origen evolutivo de las competencias”.

¹⁷⁶ Wikipedia. (2023). Regla de oro. https://en.wikipedia.org/wiki/Golden_Rule, **no confundir con la doctrina del término medio**.

¹⁷⁷ Jeste, D. V. y Vahia, I. V. (2008). Comparison of the Conceptualization of Wisdom in Ancient Indian Literature with Modern Views: Focus on the Bhagavad Gita. *Psychiatry*, 71 (3), 197. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2603047/>

¹⁷⁸ Confucio. (1989). *The Analects* (D. C. Lau, Trans.), 15:23. Penguin Books.

¹⁷⁹ Ganguli, K. M. (1883-1896). *The Mahabharata of Krishna-Dwaipayana Vyasa*. BharataPress

¹⁸⁰ Al Buhkari, I. y Uddin, M.M. (2020). *Sahih al bukhari* (edición inglesa). Mohee Uddin; Al Nuwawai, Y.I.S. (1997). *An-Nawawi's Forty Hadith*. Cambridge Islamic Texts Society.

¹⁸¹ Ames, R. T. y Rosemont, H. Jr. (1999). *The Analects of Confucius: A philosophical translation*. Ballantine Books.

¹⁸² Slingerland, E. (2003). *Effortless action: Wu-wei as conceptual metaphor and spiritual ideal in early China*. Oxford University Press.

¹⁸³ Dewey, John. (2010). *Experiencia y educación*. Madrid: Biblioteca Nueva.

¹⁸⁴ Freire, Paulo. (1965). *Education for Critical Consciousness*. London, UK: A&C Black.

¹⁸⁵ Stanovich, Keith E. (2001). “The Rationality of Educating for Wisdom.” *Educational Psychologist*, 36(4), 247-251. http://keithstanovich.com/Site/Research_on_Reasoning_files/edpsy01.pdf

¹⁸⁶ Nussbaum, Martha C. (1997) *Cultivating Humanity: A Classical Defense of Reform in Liberal Education*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

¹⁸⁷ Jakubik, Maria. (2020). “Educating for the Future: Cultivating Practical Wisdom in Education.” *Systemics, Cybernetics and Informatics*, 18(7), 50-54.

<https://www.iiisci.org/journal/pdv/sci/pdfs/SA422DQ20.pdf>

¹⁸⁸ Abramowitz, S., McKune, S. L., Fallah, M., Monger, J., Tehoungue, K. y Omidian, P. A. (2015). The opposite of denial: Social learning

at the onset of the Ebola emergency in Liberia. *Journal of Health Communication*, 20(sup1), 59-65. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28854129/>

¹⁸⁹ McMahon, S. A., Ho, L. S., Brown, H., Miller, L., Ansumana, R. y Kennedy, C. E. (2016). Healthcare providers on the frontlines: a qualitative investigation of the social and emotional impact of delivering health services during Sierra Leone's Ebola epidemic. *Health policy and planning*, 31(9), 1232-1239. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27277598/>

¹⁹⁰ Schneider, Tamera R., Nusbaum, Howard C., Kim, Yena, Borders, Morgan R. y Tyler J. Ryan. (2023). "Emotional Intelligence Predicts Wise Reasoning." *Journal of Positive Psychology*, 18(1), 106-120. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17439760.2021.1991448>; Steimer, Sarah. (2021). "Two Studies Show a Link Between Emotional Intelligence and Wisdom." Universidad de Chicago, Departamento de Ciencias Sociales, News. <https://socialsciences.uchicago.edu/news/two-studies-show-link-between-emotional-intelligence-and-wisdom>

¹⁹¹ Duignan, B. (Invalid Date). Dunning-Kruger effect. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/Dunning-Kruger-effect>

¹⁹² Lombardo, Thomas. (2011). "Wisdom in the Twenty-First Century." *World Affairs: The Journal of International Issues*, 15(1), 132-157. <https://www.jstor.org/stable/48504847>

¹⁹³ Vea "Teorías de Sabiduría" en el Apéndice digital.

¹⁹⁴ Ardel, M., Pridgen, S. y Nutter-Pridgen, K.L. (2018). The Relation Between Age and Three-Dimensional Wisdom: Variations by Wisdom Dimensions and Education, *The Journals of Gerontology: Series B*, 73(8), 1339-1349, <https://doi.org/10.1093/geronb/gbx182>

¹⁹⁵ Barton, K. C. y Levstik, L.S. (2004). *Teaching History for the Common Good*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

¹⁹⁶ Kern, A. (2020). How to Approach History As a Pursuit of Wisdom. *CIRCE Institute*.

¹⁹⁷ Lee, P. y Ashby, R. (2001). Empathy, Perspective Taking, and Rational Understanding. In: O.L. Davis Jr., E.A. Yeager, y S. J. Foster (Eds.) *Historical Empathy and Perspective Taking in the Social Studies*, 21-50. Rowman & Littlefield Publishers Inc.

- ¹⁹⁸ Bailenson, J.N., Yee, N., Blascovich, J., Beall, A.C., Lundblad, N. y Jin, M. (2008). The Use of Immersive Virtual Reality in the Learning Sciences: Digital Transformations of Teachers, Students, and Social Context. *The Journal of the Learning Sciences*, 17 (1), 102-141.
- ¹⁹⁹ Bruner, J. (2004). Life as Narrative. "Social Research, 71(3), 691-710. <https://www.jstor.org/stable/40970444>
- ²⁰⁰ Clark, C. y Rumbold, K. (2006). *Reading for Pleasure: A Research Overview*. National Literary Trust. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED496343.pdf>
- ²⁰¹ Lyon, R. (1997). "Statement before the Committee on Education and Workforce". U.S. House of Representatives.
- ²⁰² Keen, S. (2007). *Empathy and the novel*. Oxford University Press.
- ²⁰³ Sumara, D. J. (2002). *Why Reading Literature in School Still Matters: Imagination, Interpretation, Insight*. Lawrence Erlbaum Associates.
- ²⁰⁴ Holden, J. (2004). *Creative Reading: Young People, Reading and Public Libraries*. Demos.
- ²⁰⁵ Zunshine, L. (2006). *Why we read fiction: theory of mind and the novel*. Ohio State University Press.
- ²⁰⁶ Hutto, D. D. (2008). *Folk psychological narratives: The sociocultural basis of understanding reasons*. MIT Press; Black, A.D. (2023). Talking and acting a pandemic: Ethnography of COVID19 in Montmartre. *Anthropologica*, 65(1), 1-25; Bruner, J. (1991). The narrative construction of reality. *Critical Inquiry*, 18(1), 1-21. <https://www.jstor.org/stable/1343711>
- ²⁰⁷ Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures*. Basic Books.
- ²⁰⁸ Crapanzano, V. (2014). *Anthropology and ethics: The quest for moral understanding*. Routledge; Berkes, F. (2018). *Sacred ecology*. Routledge.
- ²⁰⁹ Becker, H. S. (1998). *Tricks of the trade: How to think about your research while you're doing it*. University of Chicago Press.
- ²¹⁰ Bruner, J. S. (1962). *On knowing: essays for the left hand*. Harvard University Press.
- ²¹¹ Jackson, M. (1989). *Paths toward a clearing: radical empiricism and ethnographic inquiry*. Indiana University Press.
- ²¹² Geertz, C. (1973). *The interpretation of cultures: selected essays*. Basic Books.

- ²¹³ Amabile, T. M., Conti, R., Coon, H., Lazenby, J. y Herron, M. (1996). Assessing the work environment for creativity. *Academy of Management Journal*, 39(5), 1154–1184; Csikszentmihalyi, M. (1999). Implications of a systems perspective for the study of creativity. In: R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 313–335). Cambridge University Press.
- ²¹⁴ Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.
- ²¹⁵ Floridi, L. (2019). *The logic of information: A Theory of Philosophy as Conceptual Design*. Oxford University Press.
- ²¹⁶ Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Broadway Business.
- ²¹⁷ Sternberg, R. J., Reznitskaya, A. y Jarvin, L. (2007). Teaching for Wisdom: What Matters is Not Just What Students Know, but How They Use It. *London Review of Education*, 5(2), 143-158.
- ²¹⁸ Conrad, D. y Shoemaker, S. (2010). The influence of service-learning on students' personal and social responsibility. *College Teaching*, 58(3), 77-84. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Influence-of-Service-Learning-on-Students%27-and-Simons-Cleary/41a2bf6dbb1ce82079a3964b727f1e50433c98c8>
- ²¹⁹ Eyler, J. y Giles Jr., D. E. (1999). *Where's the Learning in Service-Learning?* Jossey-Bass. <https://eric.ed.gov/?id=ED430433>
- ²²⁰ Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. The Autodesk Foundation. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- ²²¹ Bell, S. (2010) Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39-43.
- ²²² Markham, T., Larmer, J. y Ravitz, J. (2003). *Project-based learning handbook: A guide to standards focused project-based learning for middle and high school teachers*. Buck Institute for Education.
- ²²³ Miller, E. C. y Krajcik, J. S. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: A design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>
- ²²⁴ E Ningrum, N. y Sungkawa, D. (2018). The impact of local wisdom-based learning model students' understanding of the land ethic. IOP

Conf. Series: Earth and Environmental Science, 145 012086. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/145/1/012086/pdf>

²²⁵ Balmford, A., Clegg, L., Coulson, T. y Taylor, J. (2002). Why conservationists should heed Pokémon. *Science*, 295(5564), 2367.

²²⁶ Brown, M. (2009). Reconceptualising outdoor adventure education: Activity in search of an appropriate theory. *Australian Journal of Outdoor Education*, 13, 2, 3-13.

²²⁷ Priest, S. y Gass, M. (2005). Effective leadership in adventure programming. *Human Kinetics*. <https://us.humankinetics.com/products/effective-leadership-in-adventure-programming-3rd-edition-with-field-handbook>

²²⁸ Kolb, A. Y. y Kolb, D. A. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193–212. <https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566>

²²⁹ Bransford, J. D., Brown, A. L. y Cocking, R. R. (2006). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.

²³⁰ Baltes, P. B. y Smith, J. (2008). The fascination of wisdom: Its nature, ontogeny, and function. *Perspectives on Psychological Science*, 3(1), 56-64.

²³¹ Goleman, D. (2006). *Emotional intelligence*. Bantam Books. <https://asantelim.files.wordpress.com/2018/05/daniel-goleman-emotional-intelligence.pdf>

²³² Gick, M. L. y Holyoak, K. J. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology*, 15(1), 1-38. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(83\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(83)90002-6)

²³³ Bertrand, P., Guegan, J., Robieux, L., McCall, C. A. y Zenasni, F. (2018). Learning Empathy Through Virtual Reality: Multiple Strategies for Training Empathy-Related Abilities Using Body Ownership Illusions in Embodied Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 326671. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00026>

²³⁴ Parsons, T. D. (2015). Virtual Reality for Enhanced Ecological Validity and Experimental Control in the Clinical, Affective and Social Neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 660. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2015.00660/full>;

²³⁵ Carr, N. (2010). *The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains*. W. W. Norton & Company.

²³⁶ Pariser, E. (2017). El filtro burbuja: cómo la red decide lo que leemos y lo que pensamos. Taurus.

²³⁷ Schank, R.C. (2004). *Making minds less well-educated than our own*. Routledge. <https://www.routledge.com/Making-Minds-Less-Well-Educated-Than-Our-Own/Schank/p/book/9780805848786>

²³⁸ Resumidas.

²³⁹ Rosen, J. (2014). The internet you can't google. *The Tennessean*. <https://eu.tennessean.com/story/money/tech/2014/05/02/jj-rosen-popular-search-engines-skim-surface/8636081/>; Wikipedia. (2023). Google search. https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Search

²⁴⁰ Willingham, D. T. (2007). Critical thinking: Why is it so hard to teach? *American Educator*, 31(2), 8-19.

²⁴¹ Glossary of Education Reform. (2015) Scaffolding: Definition. *Great Schools Partnership: The Glossary of Education Reform*. <https://www.edglossary.org/scaffolding>

²⁴² Willingham, D. (2023). Sé más listo que tu cerebro. Obelisco.

²⁴³ Wikipedia. (2023). Four stages of competence.

²⁴⁴ Kruger, Justin; Dunning, David (1999). "Unskilled and unaware of it: How difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments." *Journal of Personality and Social Psychology*, 77(6): 1121-1134.

²⁴⁵ Poundstone, W. (2016) *Head in the Cloud: Why Knowing Things Still Matters When Facts Are So Easy to Look Up*. Little, Brown.

²⁴⁶ Es interesante notar que, 20 años antes, en 1994, las personas que creían que las tasas de criminalidad estaban creciendo tenían 9 puntos porcentuales más de probabilidad de apoyar leyes de control de armas más rigurosas; por lo tanto, existe alguna interacción con la retórica. Kohut, Andrew (2015) Despite lower crime rates, support for gun rights increases. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/short-reads/2015/04/17/despite-lower-crime-rates-support-for-gun-rights-increases/>

²⁴⁷ Wegner, D. M. y Ward, A. F. (2013) "The internet has become the external hard drive for our memories." *Scientific American* 309.6: 58-61.

²⁴⁸ Patton, J. R., Cronin, M. E. *et al* (1997). A life skills approach to mathematics instruction: Preparing students with learning disabilities for the real-life math demands of adulthood. *Journal of*

Learning Disabilities, 30, 178-187.

²⁴⁹ Schmitt, N., Xiangying J. y Grabe, W. (2011) "The percentage of words known in a text and reading comprehension." *The Modern Language Journal* 95.1: 26-43.

²⁵⁰ Binder, C. (1993). Behavioural fluency: a new paradigm. *Educational Technology*.

²⁵¹ *Ibidem*.

²⁵² Poundstone, W. (2016). *Head in the cloud: The power of knowledge in the age of Google*. Oneworld Publications. Chicago.

²⁵³ Hirsch Jr., E. D., Kett, J. F. y Trefil, J.S. (1988) Cultural literacy: What every American needs to know.

²⁵⁴ Mosher, F. (2017). *A Hitchhiker's Guide to Thinking about Literacy, Learning Progressions, and Instruction*.

²⁵⁵ K. Anders Ericsson, K.A., Prietula, M.J. y Cokely, E.T. (2007). The making of an expert. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2007/07/the-making-of-an-expert>

²⁵⁶ 'The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance' (Ericsson, Krampe y Tesch-Römer, 1993).

²⁵⁷ Perkins, D. (2010). *Making learning whole: How seven principles of teaching can transform education*. Wiley.

²⁵⁸ Mollick, E. (2023). Centaurs and cyborgs on the jagged frontier. *One Useful Thing*. <https://www.oneusefulthing.org/p/centaurs-and-cyborgs-on-the-jagged>

²⁵⁹ Kozlov, M. y Biever, C. (2023). AI 'breakthrough': Neural net has human-like ability to generalize language. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-03272-3>

²⁶⁰ Bounded Regret. (2023). What will GPT-2023 look like? *Bounded Regret Blog*. <https://bounded-regret.ghost.io/what-will-gpt-2030-look-like/>

²⁶¹ Con un respetuoso saludo al exprofesor Woodie Flowers, del MIT, que en paz descansa.

²⁶² Houle, D. (2008). *Entering the shift age: The end of the information age and the new era of transformation*. Sourcebooks.

²⁶³ Cao, L. y Dede, C. (2021). Navigating a world of generative AI: Suggestions for educators. *Harvard Graduate School of Education: Next Level Lab*. https://bpb-us-e1.wpmucdn.com/websites.harvard.edu/dist/a/108/files/2023/08/Cao_Dede_final_8.4.23.pdf

²⁶⁴ CCR Framework Rev. 1.2: <https://curriculumredesign.org/framework/>

²⁶⁵ Lamentado por Sócrates: “Su invención permitirá que escuchen mucha información sin una enseñanza adecuada, y ellos imaginarán que pasaron a saber mucho, mientras que, la mayoría de las veces, no sabrán nada. Y será difícil convivir con ellos, pues solo parecerán sabios sin serlo realmente”. (Platón. [1925]. *Plato in twelve volumes*, vol. 9 traducido al inglés por Harold N. Fowler. William Heinemann Ltd.).

²⁶⁶ Epstein, D. (2019). *Amplitud (Range): Por qué los generalistas triunfan en un mundo especializado*. Empresa Activa.

²⁶⁷ Demirkan, H. y Clinton Spohrer, J. (2018). Cultivating T-shaped professionals in the era of digital transformation. *IBM Research*. <https://research.ibm.com/publications/cultivating-t-shaped-professionals-in-the-era-of-digital-transformation>

²⁶⁸ **Nada de eso debe ser confundido con infraestructura/acceso digital (“cañerías”).**

²⁶⁹ GetGuru. (2023). The 7 types of knowledge: Definitions, examples and more. GetGuru Blog. <https://www.getguru.com/reference/types-of-knowledge>

²⁷⁰ ¡La especialización también puede, curiosamente, cegar a un individuo al ayudar a determinar qué es importante en su área! Como muchos conceptos se volvieron naturales para esas personas, la “maldición de la especialización” puede llevarlos a perder algunos de los bloques de construcción de la comprensión que son necesarios para un alumno. *Eso crea una razón FUNDAMENTAL para incluir a profesionales, además de los especialistas tradicionales, en el proceso de elaboración de los currículos.*

²⁷¹ Varanasi, L. (2023). GPT-4 can ace the bar, but it only has a decent chance of passing the CFA exams. Here’s a list of difficult exams the ChatGPT and GPT-4 have passed. *Business Insider*. <https://www.businessinsider.com/list-here-are-the-exams-chatgpt-has-passed-so-far-2023-1#but-the-bot-did-pass-a-stanford-medical-school-clinical-reasoning-final-14>

²⁷² Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

²⁷³ Heald, J. B., Lengyel, M. y Wolpert, D. M. (2022). Contextual inference in learning and memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(1), 43-64.

²⁷⁴ Dunn, K. et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf>

²⁷⁵ Observación: usaremos “estándares” para diferenciar de “currículo”. En algunos territorios, los dos términos son intercambiables; pero los estándares se refieren a un listado conciso de metas de contenido, mientras el currículo implica un conjunto más profundo de materiales relacionados al trabajo del docente.

²⁷⁶ Además de matemáticas, el CCR hizo un trabajo similar para la ciencia de la computación, historia mundial, literatura mundial, salud y educación física (HPE, en su sigla en inglés), etc., demostrando que el proceso puede replicarse en otras disciplinas.

²⁷⁷ Bialik, M. et al. (2021). *Mathematics for the modern world*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Mathematics-for-the-Modern-World-1.pdf>

²⁷⁸ Center for Curriculum Redesign. (2021). PISA mathematics in 2021. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Recommendations-for-PISA-Maths-2021-FINAL-EXTENDED-VERSION-WITH-EXAMPLES-CCR.pdf>

²⁷⁹ Center for Curriculum Redesign. (2021). *Mathematics for the modern world*. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/ccr-case-for-math-social.mp4>

²⁸⁰ Dunn, K. et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf>

²⁸¹ Center for Curriculum Redesign. (2018). ONETExplorer. https://curriculumredesign.org/onetexplorer_raw/

²⁸² Center for Curriculum Redesign and Australian Learning Lecture. (2021) *Passion Projects Portal*. <https://passionprojects.curriculumredesign.org/>

²⁸³ Murphy, K. M. et al. (1990). The allocation of talent: Implications

for growth. *NBER Working Paper No. w3530*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=226816

²⁸⁴ Wikipedia. (2023). Triz. <https://en.wikipedia.org/wiki/TRIZ>

²⁸⁵ International Labour Office, Geneva. (2015). Report IV: Small and medium-sized enterprises and decent and productive employment creation. *International Labour Conference*. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_358294.pdf

²⁸⁶ A veces, y confusamente, llamado competencia global por otros grupos. Los temas no deben ser confundidos con las competencias de la estructura del CCR.

²⁸⁷ <https://www.edutopia.org/article/using-stories-support-computational-thinking>

²⁸⁸ Center for Curriculum Redesign. (2020). Theory of change and research process. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/CCR-Theory-of-Change-and-Research-Process.pdf>

²⁸⁹ Fadel, C. (2020). Education Engineering. *Center for Curriculum Redesign*. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Education-Engineering-QA.pdf>

²⁹⁰ Center for Curriculum Redesign. (2020). Theory of change and research process.

²⁹¹ Carey, T.L. (2021). Beethoven's unfinished 10th symphony brought to life by artificial intelligence. <https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/beethovens-unfinished-10th-symphony-brought-to-life-by-artificial-intelligence/>, <https://www.youtube.com/watch?v=Rvj3Oblscqw>. An extraordinary accomplishment, but qualified by many as "extremely boring" for its lack of inventiveness; Kaufman, S.B. (2014). The real link between psychopathology and creativity. *Scientific American*. <https://blogs.scientificamerican.com/beautiful-minds/the-real-link-between-psychopathology-and-creativity/#>

²⁹² Mordvintsev, A., Olah, C. y Tyka, M. (2015). DeepDream – a code example for visualizing Neural Networks. Google Research Blog. <https://blog.research.google/2015/07/deepdream-code-example-for-visualizing.html?m=1>

²⁹³ Payne, C. (2019). MuseNet. OpenAI Blog. <https://openai.com/research/musenet>

- ²⁹⁴ Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M. *et al.* (2017). CAN: Creative adversarial networks, generating “art” by learning about styles and deviating from style norms. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1706.07068>
- ²⁹⁵ Boden, M. A. (2018). AI and creativity. *In: The Oxford Handbook of Artificial Intelligence* (pp. 209-232). Oxford University Press. <https://philpapers.org/rec/BODCAA-6>
- ²⁹⁶ Nilsson, P. (2011). “The Challenge of Innovation. *In: Critical Thinking and Creativity: Learning Outside the Box.*” Paper presentado en las actas de la 9ª Conferencia Internacional de la Escuela de Posgrado en Educación de la Universidad Bilkent (Turquía), Ankara (pp. 54- 62). Ankara, Turquía: Bilkent University. <https://drive.google.com/file/d/1lH9wkpVbKW-bNOkzpBVX15EvpWcKohmK/view>
- ²⁹⁷ Bender, Emily M.; Gebru, Timnit *et al* (2021-03-01). “On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? 🦜”. *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. FAccT '21*. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery. pp. 610-623. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3442188.3445922>. ISBN 978-1-4503-8309-7. S2CID 232040593.
- ²⁹⁸ Center for Curriculum Redesign. (2023). *AI and subcompetencies surveys*. Internal report, CCR. No publicado.
- ²⁹⁹ Biehlman, P. (2023). ‘You’ve got to be data driven’ – the fashion forecasters using AI to predict the next trends. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/technology/2023/oct/01/ai-artificial-intelligence-fashion-trend-forecasting-style>; Zhang, Z., Fort, J. M. y Giménez Mateu, L. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence as a tool for architectural design: A perception study using gaudí’s works. *Buildings*, 13(7), 1863. <https://doi.org/10.3390/buildings13071863>
- ³⁰⁰ Searle, J. R. (1984). *Minds, brains, and science*. Harvard University Press.
- ³⁰¹ E.g. MIT. (2023). Supermind ideator. <https://ideator.mit.edu/auth/sign-up/waitlist>
- ³⁰² Engelbart, D. (1962). Augmenting human intellect: A conceptual framework. *SRI Summary Report AFOSR-3223*.

³⁰³ Russell, S. J. y Norvig, P. (2014). *Artificial intelligence: A modern approach*. Third Edition. Pearson.

³⁰⁴ Boden, M. A. (2009). Computer models of creativity. *AI Magazine*, 30(3), 23-34. <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2254>

³⁰⁵ Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press. <https://mit-press.mit.edu/9780262661157/affective-computing/>

³⁰⁶ Lake, B. M. *et al.* (2017). Building machines that learn and think like people. *Behavioral and Brain Sciences*, 40. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1604.00289>

³⁰⁷ Silver, D., Schrittwieser, J. *et al.* (2017). Mastering the game of Go without human knowledge. *Nature*, 550(7676), 354-359. <https://doi.org/10.1038/nature24270>

³⁰⁸ Esteva, A., Kuprel, B. *et al.* (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118. DOI: 10.1038/nature21056

³⁰⁹ Marcus, G. y Davis, E. (2019). *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*. Pantheon.

³¹⁰ Bahrammirzaee, A. (2010). A comparative survey of artificial intelligence applications in finance: artificial neural networks, expert systems, and hybrid intelligent systems. *Neural Computing and Applications*, 19(8), 1165-1195. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-010-0362-z>

³¹¹ Walton, D. (2016). *A pragmatic theory of fallacy*. University of Alabama Press.

³¹² Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2016). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantes tecnologías*. Temas.

³¹³ Scharre, P. (2018). *Army of none: Autonomous weapons and the future of war*. W.W. Norton and Co.

³¹⁴ Rolnick, D. *et al.* (2019). Tackling climate change with machine learning. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1906.05433>

³¹⁵ Davenport, T. H. y Ronanki, R. (2018). *Artificial intelligence for the real world*. Harvard Business Review. <https://hbr.org/webinar/2018/02/artificial-intelligence-for-the-real-world>

³¹⁶ Nie, Y., Bansal, M. (2017). Shortcut-stacked sentence encoders

- for multi-domain inference. *In: Proceedings of the 2nd Workshop on Evaluating Vector Space Representations for NLP*. <https://aclanthology.org/W17-53.pdf>; Zellers, R. et al. (2018). SWAG: A large-scale adversarial dataset for grounded common sense inference. *In: Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*. <https://aclanthology.org/D18-1009/>
- ³¹⁷ Power, D. J. (2007). A brief history of decision support systems. DSSResources.COM, 40. <https://dssresources.com/history/dsshistory.html>
- ³¹⁸ Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). *Reinforcement learning: An introduction*. MIT Press.
- ³¹⁹ McKendrick, J. y Thurai, A. (2022). AI isn't ready to make unsupervised decisions. *Harvard Business Review*, <https://hbr.org/2022/09/ai-isnt-ready-to-make-unsupervised-decisions>
- ³²⁰ Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>; Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford University Press.
- ³²¹ Olenick, M. y Zemsky, P. (2023). Can GenAI do strategy? *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2023/11/can-genai-do-strategy>
- ³²² Vinyals, O. y Le, Q. (2015). A neural conversational model. *arXiv preprint arXiv:1506.05869*. <https://arxiv.org/abs/1506.05869>
- ³²³ Devlin, J., Chang, M. W. et al. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics*. <https://arxiv.org/abs/1810.04805>
- ³²⁴ Brown, T. B., Mann, B. et al. (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>
- ³²⁵ Jumpstart. (2023). Sentiment classification. *Jumpstart Aleph*. <https://arxiv.org/pdf/1708.02709.pdf>; Young, T. et al. (2018). Recent trends in deep learning based natural language processing. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 13(3), 55-75. <https://arxiv.org/pdf/1708.02709.pdf>
- ³²⁶ Norvig, P. y Russell, S. J. (2022). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

- ³²⁷ Bender, E. M. y Koller, A. (2020). Climbing towards NLU: On meaning, form, and understanding in the age of data. In: *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://aclanthology.org/2020.acl-main.463/>; Vincia-relli, A., Pantic, M. y Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing*, 27(1), 1743-1759. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0262885608002485>
- ³²⁸ Gao, J., Galley, M. y Li, L. (2019). Neural approaches to conversational AI. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, 13(2-3), 127-298. <https://arxiv.org/abs/1809.08267>
- ³²⁹ Hirschberg, J. y Manning, C. D. (2015). Advances in natural language processing. *Science*, 349(6245), 261-266. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8685>; Malone, T. W., Laubacher, R., & Johns, T. (2011). The age of hyperspecialization. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2011/07/the-big-idea-the-age-of-hyperspecialization>
- ³³⁰ Brown, T. B., Mann, B. et al. (2020). Language models are few-shot learners. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>; Gatt, A. y Krahmer, E. (2018). Survey of the state of the art in natural language generation. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 61(1), 65-170.
- ³³¹ Jurafsky, D. y Martin, J. H. (2019). *Speech and language processing*. Pearson.
- ³³² Bengio, Y., Courville, A. y Vincent, P. (2013). Representation learning: A review and new perspectives. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6472238>; Kress, G. y van Leeuwen, T. (2006). *Reading images: The grammar of visual design*. Routledge.
- ³³³ Baltrušaitis, T., Ahuja, C. y Morency, L.-P. (2019). Multimodal machine Learning: A survey and taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), 423-443. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8269806>
- ³³⁴ Hovy, D. (2016). The social impact of natural language processing. In: *Proceedings of the 54th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://aclanthology.org/P16-2096/>; Johnson, M. et al. (2017). Google's multilingual neural machine

translation system: Enabling zero-shot translation. *Transactions of the Association for Computational Linguistics* <https://aclanthology.org/Q17-1024/>; Sun, Y. et al. (2019). Sun, Y. et al. (2019). Mitigating gender bias in natural language Processing. In: *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. <https://aclanthology.org/P19-1000.pdf>

³³⁵ Agarwal, N. y Liu, H. (Eds.). (2012). *Modeling and data mining in blogosphere*. Morgan & Claypool Publishers.

³³⁶ Foerster, J., Assael, Y. M., de Freitas, N. y Whiteson, S. (2016). Learning to communicate with deep multi-agent reinforcement learning. In: *Advances in Neural Information Processing Systems*, 2137-2145.

³³⁷ Stone, P., Veloso, M. y Kraus, S. (2010). Multiagent systems: A survey from a machine learning perspective. *Autonomous Robots*, 8(3), 345-383. <https://dl.acm.org/doi/10.1023/A%3A1008942012299>

³³⁸ Microsoft. (2020). Project Bonsai. <https://www.microsoft.com/en-us/ai/autonomous-systems-project-bonsai>

³³⁹ Boston Dynamics. (2023). Spot: The agile, mobile robot. *Boston Dynamics*. <https://bostondynamics.com/products/spot/>

³⁴⁰ Shirado, H. y Christakis, N. A. (2017). Locally noisy autonomous agents improve global human coordination in network experiments. *Nature*, 545(7654), 370-374. <https://www.nature.com/articles/nature22332>

³⁴¹ Bovens, M. (1998). The quest for responsibility: Accountability and citizenship in complex organisations. Cambridge University Press. Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113-126. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.44.1.113>; Woolley, A. W, et al. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science*, 330(6004), 686-688. <https://doi.org/10.1126/science.1193147>

³⁴² Floridi, L. y Sanders, J. W. (2004). On the morality of artificial agents. *Minds and Machines: Journal for Artificial Intelligence, Philosophy and Cognitive Science*, 14(3), 349-379. <https://doi.org/10.1023/B:MIND.0000035461.63578.9d>

³⁴³ Anagnostopoulos, A. et al. (2012). Online team formation. WWW

'12: *Proceedings of the 21st international conference on World Wide Web*, 839-848 <https://doi.org/10.1145/2187836.2187950>;

Davenport, T. H. y Harris, J. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Review Press; Rahwan, I. et al. (2019). Machine behaviour. *Nature*, 568, 477-486. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y>

³⁴⁴ George, J. M. (2000). Emotions and leadership: The role of emotional intelligence. *Human Relations*, 53(8), 1027-1055. <https://doi.org/10.1177/0018726700538001>; Owens, B. P., Johnson, M. D. y Mitchell, T. R. (2013). Expressed humility in organizations: Implications for performance, teams, and leadership. *Organization Science*, 24(5), 1517-1538. <https://doi.org/10.1287/orsc.1120.0795>; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262661157/affective-computing/>

³⁴⁵ Christiano, P. et al. (2017). Deep reinforcement learning from human preferences. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1706.03741>; Dragan, A., Abbeel, P. y Russell, S. (2016). Cooperative inverse reinforcement learning. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1606.03137>

³⁴⁶ Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A.A. y Darrell, T. (2017). Curiosity-driven Exploration by Self-supervised Prediction. In: *Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*. <https://proceedings.mlr.press/v70/pathak17a.html>

³⁴⁷ Oudeyer, P.-Y., Kaplan, F. y Hafner, V. V. (2007). Intrinsic motivation systems for autonomous mental development. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 11(2), 265-286. <http://www.pyoudeyer.com/ims.pdf>

³⁴⁸ Pathak, D., Agrawal, P., Efros, A. A. et al. (2017). Curiosity-driven exploration by self-supervised prediction. In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops* (pp. 16-17). <https://arxiv.org/abs/1705.05363>

³⁴⁹ Gottlieb, J., Oudeyer, P.-Y., Lopes, M. et al. (2013). Information-seeking, curiosity, and attention: computational and neural mechanisms. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 585-593. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4193662/>

³⁵⁰ Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>; Searle, J. R.

(1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417-424. <https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/abs/minds-brains-and-programs/DC644B47A4299C637C89772FACC2706A>

³⁵¹ Damásio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: Body and emotion in the making of consciousness*. Harcourt Brace; Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>; Russell, S. J. y Norvig, P. (2022). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

³⁵² Russell, S. J. y Norvig, P. (2022). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.

³⁵³ Garcia, J. y Fernández, F. (2015). A comprehensive survey on safe reinforcement learning. *Journal of Machine Learning Research*, 16, 1437-1480. <https://www.jmlr.org/papers/volume16/garcia15a/garcia15a.pdf>

³⁵⁴ Majumdar, A. y Pavone, M. (2020). How should a robot assess risk? Towards an axiomatic theory of risk in robotics. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*. <https://arxiv.org/abs/1710.11040>

³⁵⁵ Bostrom, N. y Yudkowsky, E. (2014). *The ethics of artificial intelligence*. Cambridge University Press.

³⁵⁶ Kahneman, D. y Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 263-291. <https://www.jstor.org/stable/1914185>

³⁵⁷ Goleman, D. (1996). *Inteligencia emocional*. Kairós; Yukl, G. (2010). *Leadership in organizations*. Pearson Education.

³⁵⁸ Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2016). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantes tecnologías*. Temas.

³⁵⁹ Brown, B. (2016). El poder de ser vulnerable. Urano.

³⁶⁰ Jordan, M. I. y Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8415>

³⁶¹ Goertzel, B. y Pennachin, C. (Eds.). (2007). *Artificial general intelligence*. Springer.

- ³⁶² Damásio, A. (2010). *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. Pantheon/Random House; Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. In: *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology*. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1541948.1541999>
- ³⁶³ Dehaene, S., Lau, H. y Kouider, S. (2017). What is consciousness, and could machines have it? *Science*, 358(6362), 486-492). <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aan8871>
- ³⁶⁴ Finn, C., Abbeel, P. y Levine, S. (2017). Model-agnostic meta-learning. In: *Proceedings of the 34th International Conference on Machine Learning*, Volume 70 (pp. 1126-1135).
- ³⁶⁵ Madry, A., Makelov, A., Schmidt, L. et al. (2017). Towards deep learning models resistant to adversarial attacks. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/pdf/1706.06083.pdf>
- ³⁶⁶ Russell, S. y Norvig, P. (2016). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.
- ³⁶⁷ Russell, S. y Norvig, P. (2016). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Pearson.
- ³⁶⁸ Burke, M. y Kraut, R. E. (2014). Growing closer on Facebook: Changes in tie strength through social network site use. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2556288.2557094>
- ³⁶⁹ Taylor, J. (2023). Bots on X worse than ever according to analysis of 1m tweets during the first Republican primary debate. *The Guardian*.
- ³⁷⁰ Barrett, L.F. et al. (2019). Emotional expressions reconsidered: Challenges to inferring emotion from human facial movements. *Psychological Science in the Public Interest: A Journal of the American Psychological Society*, 20(1), 1-68. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31313636/>
- ³⁷¹ Swan M. (2013). The quantified self: Fundamental disruption in big data science and biological discovery. *Big Data*, 1(2):85-99 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27442063/>; Thaler, R. H. y Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.
- ³⁷² Wood, W. y Neal, D. T. (2007). A new look at habits and the habit-goal interface. *Psychological Review*, 114(4), 843–863. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.4.843>

org/10.1037/0033-295X.114.4.843

³⁷³ Hinton, G. y Salakhutdinov, R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, 313(5786), 504-507. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1127647>

³⁷⁴ Inkster, B., Sarda, S. y Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR mHealth and uHealth*, 6(11):e12106. <https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/>

³⁷⁵ Sano, A. y Picard, R. W. (2013). Stress recognition using wearable sensors and mobile phones. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Body Sensor Networks*.

³⁷⁶ Lazarus, R. S. y Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. Springer.

³⁷⁷ Jordan, M. I. y Mitchell, T. M. (2015). Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*, 349(6245), 255-260. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaa8415>

³⁷⁸ Taylor, D.L. et al. (2021). Personalized and adaptive learning. In: Ryoo, J., Winkelmann, K. (eds) *Innovative Learning Environments in STEM Higher Education*. Springer.

³⁷⁹ Bonnefon, J. F., Shariff, A. y Rahwan, I. (2016). The social dilemma of autonomous vehicles. *Science*, 352(6293), 1573-1576.

³⁸⁰ Anderson, M. y Anderson, S. L. (2007). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine*, 28(4), 15-26. <https://ojs.aaai.org/aimagazine/index.php/aimagazine/article/view/2065>

³⁸¹ Abel, D., MacGlashan, J. y Littman, M. L. (2016). Reinforcement learning as a framework for ethical decision making. In: Workshops at the Thirtieth AAAI Conference on Artificial Intelligence. https://david-abel.github.io/papers/wkshp_aai2016_rl_ethics.pdf

³⁸² O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown; Wallach, W. y Allen, C. (2009). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001>

³⁸³ Wallach, W. y Allen, C. (2009). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195374049.001.0001>

³⁸⁴ Por ejemplo, las tres famosas leyes de la robótica de Asimov: Wikipedia. (2023). Three laws of robotics. https://en.wikipedia.org/wiki/Three_Laws_of_Robotics

³⁸⁵ Jiang, L. *et al.* (2021). Can machines learn morality? The Delphi experiment. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2110.07574>; Kahneman, D., Slovic, P. y Tversky, A. (1982). *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press; The physics arXiv Blog. (2021). Ethical AI matches human judgements in 90 per cent of moral dilemmas. *Discover*. <https://www.discovermagazine.com/technology/ethical-ai-matches-human-judgements-in-90-per-cent-of-moral-dilemmas>

³⁸⁶ Turkle, S. (2011). *Alone together*: Why we expect more from technology. Basic Books.

³⁸⁷ Miner, A. S. *et al.* (2020). Chatbots in the fight against the COVID-19 pandemic. *NPJ Digital Medicine*, 3(65), 1-4. Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press.

³⁸⁸ Batson, C. D. (2009). These things called empathy: Eight related but distinct phenomena. In: J. Decety y W. Ickes (Eds.), *The social neuroscience of empathy* (pp. 3-15). Boston Review.

³⁸⁹ Anderson, M. y Anderson, S. L. (2011). Machine ethics: Creating an ethical intelligent agent. *AI Magazine*, 28(4), 15-26.

³⁹⁰ Kohlberg, L. (1981). *The philosophy of moral development: Moral stages and the idea of justice*. Harper & Row.

³⁹¹ Meijer, A. y Torenvlied, R. (2016). Social media and the new organization of government communications: An empirical analysis of Twitter usage by the Dutch police. *The American Review of Public Administration*, 46(2), 143-161. Tackling climate change with machine learning. *ArXiv*: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/1906.05433>

³⁹² Putnam, R. D. (2000). *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. Touchstone Books/Simon & Schuster. <https://doi.org/10.1145/358916.361990>

³⁹³ Metcalfe, J. y Shimamura, A. P. (Eds.). (1994). *Metacognition: Knowing about knowing*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/4561.001.0001>

³⁹⁴ Finn, C., Abbeel, P. y Levine, S. (2017). Model-Agnostic Meta-Learning for Fast Adaptation of Deep Networks. In: *Proceedings*

of the 34th International Conference on Machine Learning (ICML).
<https://proceedings.mlr.press/v70/finn17a.html>

³⁹⁵ Raghu, A., Raghu, M., Bengio, S. y Vinyals, O. (2019). Rapid learning or feature reuse? Towards understanding the effectiveness of MAML. *ArXiv: Universidad de Cornell*.

³⁹⁶ Marcus, G. (2018). Deep learning: A critical appraisal. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1801.00631>; Sawyer, R. K. (2006). *Explaining creativity: The science of human innovation*. Oxford University Press.

³⁹⁷ Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press.

³⁹⁸ Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction (2nd ed.). The MIT Press; Thrun, S. y Pratt, L. (1998). *Learning to learn*. Kluwer Academic Publishers.

³⁹⁹ Sutton, R. S. y Barto, A. G. (2018). Reinforcement learning: An introduction. MIT Press.

⁴⁰⁰ Inkster, B., Sarda, S. y Subramanian, V. (2018). An empathy-driven, conversational artificial intelligence agent (Wysa) for digital mental well-being: Real-world data evaluation mixed-methods study. *JMIR Mhealth Uhealth*, 6(11):e12106. <https://mhealth.jmir.org/2018/11/e12106/>; Morris R.R., Schueller S.M. y Picard R.W. (2015). Efficacy of a web-based, crowdsourced peer-to-peer cognitive reappraisal platform for depression: randomized controlled trial. *Journal Medical Internet Research*, 17(3):e72.

⁴⁰¹ Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. MIT Press.

⁴⁰² Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645. Murphy, R. R. (2019). *Introduction to AI robotics*. MIT Press; Siciliano, B. y Khatib, O. (2016). *Springer handbook of robotics*.

⁴⁰³ Pfeifer, R. y Bongard, J. (2006). *How the body shapes the way we think: A new view of intelligence*. MIT Press.

⁴⁰⁴ Poole, D. y Mackworth, A. (2017). *Artificial intelligence: Foundations of computational agents*. Cambridge University Press.

⁴⁰⁵ Goodfellow, I., Bengio, Y. y Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press; Hinton, G. E. y Sejnowski, T. J. (1999). Unsupervised learning: computation *In: G. E. Hinton et al.*

T. J. Sejnowski (Eds.) *Unsupervised learning: Foundation computation*. MIT Press. vii-xv.

⁴⁰⁶ Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive- developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911. Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: Concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford University Press; Wallach, W. y Allen, C. (2009). *Moral machines: Teaching robots right from wrong*.

⁴⁰⁷ Marcus, G. y Davis, E. (2019). *Rebooting AI Pantheon*.

⁴⁰⁸ Schuller, B. et al. (2013). *Computational paralinguistics: Emotion, affect and personality in speech and language processing*. Wiley. Vinciarelli, A., Pantic, M. y Bourlard, H. (2009). Social signal processing: Survey of an emerging domain. *Image and Vision Computing*, 27(1), 1743-1759.

⁴⁰⁹ Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. MIT Press.

⁴¹⁰ Como la pequeña hija en la serie de TV HUMANS (primera temporada), que se encariña mucho con su amable y paciente “sintetizador” mientras su madre está cansada después del trabajo.

⁴¹¹ Russell, S. J. y Norvig, P. (2009). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice Hall; Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT Press.

⁴¹² Van Damme, D. (2022). *Curriculum redesign for equity and social justice*. CCR.

⁴¹³ Damásio, A. R. (2012). *El error de Descartes: la emoción, la razón y el cerebro humano*. Ediciones Destino.

⁴¹⁴ Dunn et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. CCR.

⁴¹⁵ TED. (2010). Conrad Wolfram: Teaching kids real math with computers. Ted Talks.

⁴¹⁶ “Pues esa invención producirá olvido en la mente de quienes aprendan a usarla, porque no ejercitarán su memoria”. Del diálogo *Fedro*, de Platón 14, 274c-275b.

⁴¹⁷ Por ejemplo, “un sistema basado en IA es exitoso al planificar y ejecutar experimentos químicos del mundo real, mostrando el potencial para ayudar a científicos humanos a hacer más descubrimientos con más rapidez”. (Stoughton, J. 2023. Meet ‘Coscientist’, your AI lab partner. U.S. National Science Foundation.)

<https://new.nsf.gov/science-matters/meet-coscientist-your-ai-lab-partner>

⁴¹⁸ Burgstahler, S. (2003). The role of technology in preparing youth with disabilities for postsecondary education and employment. *Journal of Special Education Technology*, 18(4), 7- 19); Hwang, G.-J., Spikol, D. y Li, K.-C. (2018). Guest Editorial: Trends and Research Issues of Learning Analytics and Educational Big Data. *Educational Technology & Society*, 21(2), 134-136; Liu, L. y Hmelo- Silver, C. E. (2009). Intelligent tutoring systems for collaborative learning: Enhancements to authoring tools. *Journal of Educational Technology & Society*, 12(3), 263-275).

⁴¹⁹ Danziger, S., Levav, J. y Avnaim-Pesso, L. (2011). Extraneous factors in judicial decisions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(17), 6889-6892. Mustard, D. B. (2001). Racial, ethnic, and gender disparities in sentencing: Evidence from the U.S. Federal Courts.

⁴²⁰ Halpern, J. (2003). What is clinical empathy? *Journal of General Internal Medicine*, 18(8), 670-674. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1494899/>

⁴²¹ Deater-Deckard, K. (2004). Parenting stress. Yale University Press.

⁴²² Spike Jonze, 2013. Warner Bros.

⁴²³ Twenge, J.M. (2017). *iGen: Why today's super-connected kids...* Atria Books.

⁴²⁴ “El dilema del tranvía es una serie de experimentos mentales que involucran dilemas éticos estilizados sobre sacrificar o no a una persona para salvar un número mayor de personas.” Dilema del tranvía. 2024. *Wikipedia*.

⁴²⁵ Ahmed, S. K. *et al.* (2023). Road traffic accidental injuries and deaths: A neglected global health issue. *Health Science Reports*, 6(5). <https://doi.org/10.1002/hsr2.1240>

⁴²⁶ Al-Sibai, N. (2023). AI might actually enforce all of our stupid laws, expert warns. *Futurism*.

⁴²⁷ Tomlinson, C. A. (2001). How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms. ASCD.

⁴²⁸ Bloom, B. S. (1984). The 2-sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Ed-*

ucational Researcher, 13(6), 4-16. Nintil. (2020). On Bloom's two sigma problem: A systematic review of the effectiveness of mastery learning, tutoring, and direct instruction. *Nintil Blog*.

⁴²⁹ Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G. y Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 325-346.

⁴³⁰ Paul A. Kirschner y Jeroen J.G. van Merrinboer (2013) Do Learners Really Know Best? Urban Legends in Education, *Educational Psychologist*, 48:3, 169-183.

⁴³¹ Rouse, M. (2018). Filter bubble. *Technopedia*.

⁴³² Calvo, R.A. y D'Mello, S.K. (2010). *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1, 18-37.

⁴³³ Warschauer, M. y Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1), 179-225. <https://doi.org/10.3102/0091732X09349791>

⁴³⁴ Yeager, D. S. y Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resilience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist*, 47(4), 302-314. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805>

⁴³⁵ Pane, J. F., Steiner, E. D. et al. (2015). Continued progress: Promised developments of personalized learning. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1365.html

⁴³⁶ Baker, R. S. y Siemens, G. (2014). Educational data mining and learning analytics. In: R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (2ª ed., pp. 253-274). Cambridge U. Press.

⁴³⁷ Koedinger, K. R., Corbett, A. T. y Perfetti, C. (2012). The Knowledge-Learning-Instruction framework. *Learning Research and Development Center*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22486653/>

⁴³⁸ Lynch, G. (2017). How AI will shape the future of search. *MarTech Today*.

⁴³⁹ Winkler, R. y Söllner, M. (2018). Unleashing the potential of chatbots in education. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2531-2556.

⁴⁴⁰ Bull, S. y Kay, J. (2007). Student models that invite the learner in: The SMILI() Open Learner Modelling Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 17(2), 89-120.

- ⁴⁴¹ D'Mello, S., Picard, R. y Graesser, A. (2017). Toward an affect-sensitive AutoTutor. *IEEE Intelligent Systems*, 22(4).
- ⁴⁴² Bowers, A. J. (2017). Quantitative research methods training in education leadership and administration preparation programs as disciplined inquiry for building school improvement capacity. *Journal of Research on Leadership Education*, 12(1), 72-96. <https://core.ac.uk/download/pdf/161456866.pdf>
- ⁴⁴³ Freina, L. y Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education. *12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation*. <https://www.itd.cnr.it/download/eLSE%202015%20Freina%20Ott%20Paper.pdf>
- ⁴⁴⁴ Erikson, E. H. (1974). *Identidad: juventud y crisis*. Paidós.
- ⁴⁴⁵ Yowell, C. M. (2002). Dreams of the future: The pursuit of education and career possible selves among ninth grade Latino youth. *Applied Developmental Science*, 6(2), 62-72.
- ⁴⁴⁶ Ryan, R. M. y Deci, E. L. (1999). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.
- ⁴⁴⁷ Deci, E. L. y Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Nova York: Plenum.
- ⁴⁴⁸ Dede, C. y Cao, L. (2023). *Navigating a world of generative AI: Suggestions for educators*. The Next Level Lab, Harvard Graduate School of Education, pp. 5-6.
- ⁴⁴⁹ Berridge, K. C. y Kringelbach, M. L. (2015). Pleasure systems in the brain. *Neuron*, 86(3).
- ⁴⁵⁰ Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: The foundations of human and animal emotions*. Oxford University Press.
- ⁴⁵¹ Miller E.K. y Cohen J.D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- ⁴⁵² Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529.
- ⁴⁵³ Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.
- ⁴⁵⁴ Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human

motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497–529. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>

⁴⁵⁵ Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.

⁴⁵⁶ Maslow, A. H. (1993). *El hombre autorrealizado: hacia una psicología del ser*. Kairós.

⁴⁵⁷ Maslow, A. H. (1991). *Motivación y personalidad*. Díaz de Santos.

⁴⁵⁸ Bradburn, N. M. (1969). *The structure of psychological well-being*. Aldine.

⁴⁵⁹ Bandura, A. (1987). *Teoría del aprendizaje social*. Espasa.

⁴⁶⁰ Kohlberg, L. (1981). *Essays on moral development*, Vol. I: The philosophy of moral development. Harper & Row; Pargament, K. I. (1997). *The psychology of religion and coping: Theory, research, practice*. Guilford Press; Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In: M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press.

⁴⁶¹ Gent, E. (2023). Could having robot coworkers make us lazier? Yep, pretty much, study says. *Singularity Hub*. <https://singularityhub.com/2023/10/22/could-having-robot-coworkers-make-us-lazier-yup-pretty-much-study-says/>

⁴⁶² Consulte el Apéndice digital: *El origen evolutivo de las competencias*.

⁴⁶³ Tajfel, H. y Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. In: J. T. Jost y J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

⁴⁶⁴ McCrae, R. R. y Costa, P. T., Jr. (1999). A Five-Factor theory of personality. In: L. A. Pervin y O. P. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (pp. 139-153). Guilford.

⁴⁶⁵ Erikson, E. H. (1974). *Identidad: juventud y crisis*. Paidós.

⁴⁶⁶ Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? *The Journal of Early Adolescence*, 4(4), 329-341.

⁴⁶⁷ *Idem ibidem*.

⁴⁶⁸ Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529.

⁴⁶⁹ Belonging Initiative. (2023) Belonging survey. <https://www.sur->

veymonkey.com/r/SVD78JN; Mwah. (2023) The belonging index. <https://mwah.live/resources/belonging-index>

⁴⁷⁰ The Valuegraphics Research Project, Inc. (2022). Valuegraphics Research Company.

⁴⁷¹ Tajfel, H. y Turner, J. C. (2004). The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. In: J. T. Jost y J. Sidanius (Eds.), *Political psychology: Key readings* (pp. 276-293). Psychology Press.

⁴⁷² Plomin, R., DeFries, J. C., Knopik, V. S. y Neiderhiser, J. M. (2016). Top 10 replicated findings from behavioral genetics. *Perspectives on Psychological Science*, 11(1), 3-23.; Polderman, T. J. C., Benyamin, B. et al. (2015). Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nature Genetics*, 47(7), 702-709.

⁴⁷³ Bowlby, J. (1988). *A secure base: Parent-child attachment and healthy human development*. Basic Books; Cox, M. J. y Paley, B. (1997). Families as systems. *Annual Review of Psychology*, 48, 243-267. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.48.1.243>

⁴⁷⁴ Giddens, A. (1991). *Modernity and self-identity: Self and society in the late modern age*. Stanford University Press. Markus, H. R. y Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98(2), 224-253. Tajfel, H. y Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-47). Brooks/Cole.

⁴⁷⁵ Brown, B. B. y Larson, J. (2009). Peer relationships in adolescence. In: R. M. Lerner y L. Steinberg (Eds.), *Handbook of adolescent psychology: Contextual influences on adolescent development* (pp. 74-103). John Wiley & Sons, Inc.. Steinberg, L., & Morris, A. S. (2001). Adolescent development. *Annual Review of Psychology*, 52, 83-110.

⁴⁷⁶ Hitlin, S. (2003). Values as the core of personal identity: Drawing links between two theories of self. *Social Psychology Quarterly*, 66(2), 118-137. <https://doi.org/10.2307/1519843>

⁴⁷⁷ Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119-147. Holland, J. L. (1997). *Making vocational choices: A theory of vocational personalities and work environments* (3rd ed.). Psychological Assessment Resources; Iwasaki, Y. (2007). Leisure and quality of life in an international and multicultural context: What are major pathways

linking leisure to quality of life? *Social Indicators Research*, 82(2), 233-264.

⁴⁷⁸ Arnett, J. J. (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist*, 55(5), 469-480. Lareau, A. (2003). *Unequal childhoods: Class, race, and family life*. University of California Press; McLoyd, V. C. (1998). Socioeconomic disadvantage and child development. *American Psychologist*, 53(2), 185-204.

⁴⁷⁹ Egan, S. K. y Perry, D. G. (2001). Gender identity: A multidimensional analysis with implications for psychosocial adjustment. *Developmental Psychology*, 37(4), 451-463. Fausto-Sterling, A. (2019) Gender/Sex, sexual orientation, and identity are in the body: How did they get there? *The Journal of Sex Research*, 56:4-5, 529-555.

⁴⁸⁰ Baumeister, R. F. y Leary, M. R. (1995). The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. *Psychological Bulletin*, 117(3), 497-529. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>; Rubin, K. H., Bukowski, W. M. y Parker, J. G. (2006). Peer Interactions, Relationships, and Groups. In: N. Eisenberg, W. Damon y R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology: Social, emotional, and personality development* (pp. 571-645). John Wiley & Sons, Inc.

⁴⁸¹ Urman, A. y Makhortykh, M. (n.d.). The silence of LLMs: Cross-lingual analysis of political bias and false information prevalence in ChatGPT, Google Bard and Bing Chat.

⁴⁸² Caliskan, A., Bryson, J. J. y Narayanan, A. (2016). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://doi.org/10.1126/science.aal4230>

⁴⁸³ Bolukbasi, T. et al. (2016). Man is to computer programmer as woman is to homemaker? Debiasing word embeddings. *ArXi: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/abs/1607.06520>

⁴⁸⁴ Erikson, E. H. (1974). *Identidad: juventud y crisis*. Paidós.

⁴⁸⁵ McCrae, R. R. y Costa, P. T. (1987). Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(1), 81-90. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.1.81>

⁴⁸⁶ Aunque solo para estadounidenses blancos y de clase media alta.

- ⁴⁸⁷ Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R. y Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research*.
- ⁴⁸⁸ Nagaoka, J., Farrington, C. A., Ehrlich, S. B., Johnson, D. W., Dickson, S., Heath, R. y Mayo, A. (2014). A Framework for Developing Young Adult Success in the 21st Century. *University of Chicago Consortium on Chicago School Research*.
- ⁴⁸⁹ <https://curriculumredesign.org/our-work/equity-and-social-justice-in-the-ccr-framework/>
- ⁴⁹⁰ Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- ⁴⁹¹ Turkle, S. (2015). *Reclaiming conversation: The power of talk in a digital age*. Penguin Books.
- ⁴⁹² Bandura, A. (2006). Toward a psychology of human agency. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 164-180. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00011.x>
- ⁴⁹³ Bandura, A. (1982). Self-efficacy mechanism in human agency. *American Psychologist*, 37(2), 122-147. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.37.2.122>
- ⁴⁹⁴ Hansen, D. M. y Jessop, N. (2017). A Context for Self-Determination and Agency: Adolescent Developmental Theories. *Development of Self-Determination Through the Life-Course*, 27-46.
- ⁴⁹⁵ Ibidem.
- ⁴⁹⁶ Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- ⁴⁹⁷ Klemencic, M. (2015). What is student agency? An ontological exploration in the context of research on student engagement.
- ⁴⁹⁸ Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4084861/>
- ⁴⁹⁹ Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.
- ⁵⁰⁰ Yeager, D. S. y Dweck, C. S. (2012). Mindsets that promote resil-

ience: When students believe that personal characteristics can be developed. *Educational Psychologist*, 47(4), 302-314. <https://doi.org/10.1080/00461520.2012.722805>

⁵⁰¹ Dweck, C. S. (2017). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.

⁵⁰² Handa, K., Clapper, M. et al. (2023). “Mistakes help us grow”: Facilitating and evaluating growth mindset supportive language in classrooms. *ArXiv: Universidad de Cornell*. <https://arxiv.org/pdf/2310.10637.pdf>

⁵⁰³ Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology*, Vol. 25, pp. 1-65. Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60281-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60281-6)

⁵⁰⁴ Eccles, J. S. y Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109-132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>; Locke, E. A. y Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705-717. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705>

⁵⁰⁵ Bandura, A. (2001). “Social cognitive theory: An agentic perspective.” *Annual Review of Psychology*, 52(1), 1-26.

⁵⁰⁶ Baltes, P. B., Lindenberger, U. y Staudinger, U. M. (2006). Life Span Theory in Developmental Psychology. In: R. M. Lerner y W. Damon (Eds.), *Handbook of child psychology: Theoretical models of human development* (pp. 569-664). John Wiley & Sons, Inc.

⁵⁰⁷ Bourdieu, P. y Passeron, J. C. (2018). *La reproducción: Elementos para una teoría del sistema educativo*. Siglo Veintiuno; Goleman, D. (2004). *La inteligencia emocional*. Vergara.

⁵⁰⁸ Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford: Oxford University Press.

⁵⁰⁹ Giddens, A. (1984). *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. University of California Press; Markus, H. R. y Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98(2), 224-253.

⁵¹⁰ Albrecht, G. L. y Devlieger, P. J. (1999). The disability paradox:

High quality of life against all odds. *Social Science & Medicine*, 48(8), 977-988. Ryan, R. M. y Deci, E. L. (2001). On happiness and human potentials: A review of research on hedonic and eudemonic well-being. *Annual Review of Psychology*, 52, 141-166. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.141>

⁵¹¹ Brynjolfsson, E. y McAfee, A. (2014). *La segunda era de las máquinas*. Temas.

⁵¹² Drexler, K. E. (2019). *Reframing superintelligence: Comprehensive AI services as general intelligence*. Future of Humanity Institute, University of Oxford.

⁵¹³ Dignum, V. (2019). *Responsible artificial intelligence*: Springer Nature.

⁵¹⁴ Takyar, A. (2023). AutoGPT: Unleashing the power of autonomous AI agents. *LeewayHertz*. <https://www.leewayhertz.com/autogpt/>; Significant-Gravitas_/ AutoGPT. (2023). GitHub account. <https://github.com/Significant-Gravitas/AutoGPT>

⁵¹⁵ McKay, C. (2023). NVIDIA's Eureka uses GPT-4 to teach robots new skills. *Maginate*. <https://www.maginate.com/article/nvidias-eureka-uses-ai-to-teach-robots-new-skills/#:~:text=Crucially%2C%20Eureka%20does%20this%20without,the%20task%20and%20robot%20morphology>

⁵¹⁶ Se, K. (2023). FOD#23: The quest for self-reproducing automata: Old and new ideas. *Turing Post*. <https://www.turingpost.com/p/fod23>

⁵¹⁷ Li, F.F. (2023). *The worlds I see*. Macmillan.

⁵¹⁸ Tal como viene sucediendo en aplicaciones militares.

⁵¹⁹ Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

⁵²⁰ Bandura, A. (2001). Social cognitive theory: An agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, 52, 1-26. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.52.1.1>

⁵²¹ Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: breve historia del mañana*. Debate.

⁵²² Bronk, K. C. (2014). *Purpose in life: A critical component of optimal youth development*. Springer.

⁵²³ Frankl, V. E. (2015). *El hombre en busca de sentido*. Herder.

- ⁵²⁴ Kashdan, T. B. y McKnight, P. E. (2009). Origins of purpose in life: Refining our understanding of a life well lived. *Psi Chi Journal of Undergraduate Research*, 14(1), 22-30.
- ⁵²⁵ Yeager, D. S., Henderson *et al* (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 559-580.
- ⁵²⁶ CUR4: Visualizar y priorizar los intereses y las pasiones individuales (vea el Capítulo 6, p. 166).
- ⁵²⁷ Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose – You Build It. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it>
- ⁵²⁸ Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose – You Build It. *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2017/10/you-dont-find-your-purpose-you-build-it>
- ⁵²⁹ Vallerand, R. J., Blanchard, C. *et al*. (2003). Les passions de l'âme: On obsessive and harmonious passion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(4), 756-767.
- ⁵³⁰ Damon, W., Menon, J. y Bronk, K. C. (2003). The development of purpose during adolescence. *Applied Developmental Science*, 7(3), 119-128.
- ⁵³¹ Deci, E. L. y Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum; Silvia, P. J. (2006). *Exploring the psychology of interest*. Oxford University Press. Vallerand, R. J. (2008). On the psychology of passion: In search of what makes people's lives most worth living. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49(1), 1-13.
- ⁵³² Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House; Steger, M. F., Kashdan, T. B., Sullivan, B. A. *et al*. (2008). Understanding the search for meaning in life: Personality, cognitive style, and the dynamic between seeking and experiencing meaning. *Journal of Personality*, 76(2), 199-228. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.2007.00484.x>
- ⁵³³ Pajares, F. y Schunk, D. H. (2001). Self-beliefs and school success: Self-efficacy, self-concept, and school achievement. In: R. Riding y S. Rayner (Eds.), *Perception* (pp. 239-266). Ablex Publishing; Stajkovic, A. D. y Luthans, F. (1998). Self-efficacy and work-re-

lated performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 124(2), 240-261. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.2.240>

⁵³⁴ Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2008). Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health. *Canadian Psychology / Psychologie canadienne*, 49(3), 182-185. <https://doi.org/10.1037/a0012801>; Gagné, M. y Deci, E. L. (2005). Self-determination theory and work motivation. *Journal of Organizational Behavior*, 26(4), 331-362.

⁵³⁵ Cohen, S. (2004). Social Relationships and Health. *American Psychologist*, 59(8), 676-684. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.59.8.676>; Helliwell, J. F. y Putnam, R. D. (2004). The social context of well-being. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 359(1449), 1435-1446.

⁵³⁶ Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.

⁵³⁷ Brown, K. W. y Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: Mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(4), 822-848. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.4.822>; Marcia, J. E. (1966). Development and validation of ego-identity status. *Journal of Personality and Social Psychology*, 3(5), 551-558. <https://doi.org/10.1037/h0023281>

⁵³⁸ Duckworth, A. L., Peterson, C., Matthews, M. D. y Kelly, D. R. (2007). Grit: Perseverance and passion for long-term goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92(6), 1087-1101. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.92.6.1087>; Judge, T. A. y Kammeyer-Mueller, J. D. (2012). On the value of aiming high: The causes and consequences of ambition. *Journal of Applied Psychology*, 97(4), 758-775. <https://doi.org/10.1037/a0028084>

⁵³⁹ Morgenroth, T., Ryan, M. K. y Peters, K. (2015). The motivational theory of role modeling: How role models influence role aspirants' goals. *Review of General Psychology*, 19(4), 465-483. <https://doi.org/10.1037/gpr0000059>; Thrash, T. M. y Elliot, A. J. (2003). Inspiration as a psychological construct. *Journal of Personality and Social Psychology*, 84(4), 871-889.

⁵⁴⁰ Davenport, T. H. y Kirby, J. (2016). *Only humans need apply*. Harper Business.

⁵⁴¹ Russell, S., Dewey, D. y Tegmark, M. (2015). Research priorities

for robust and beneficial artificial intelligence. *AI Magazine*, 36(4), 105-114. <https://arxiv.org/abs/1602.03506>

⁵⁴² Anderson, M. y Anderson, S. L. (Eds.). (2011). *Machine ethics*. Cambridge University Press; Tegmark, M. (2017). *Life 3.0: Being human in the age of artificial intelligence*. Knopf; Tononi, et al. (2016). Integrated information theory: from consciousness to its physical substrate. *Nature Reviews Neuroscience*, 17(7), 450-461.

⁵⁴³ Locke, E. A. y Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705-717.

⁵⁴⁴ Bryson, J. J. (2010). Robots should be slaves. In: Y. Wilks (Ed.), *Close engagements with artificial companions: Key social, psychological, ethical and design issues* (pp. 63-74). John Benjamins Publishing Company.

⁵⁴⁵ Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.

⁵⁴⁶ Locke, E. A. y Latham, G. P. (2002). Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey. *American Psychologist*, 57(9), 705-717. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.57.9.705>

⁵⁴⁷ Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>

⁵⁴⁸ Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>

⁵⁴⁹ Locke, E. A. y Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting & task performance*. Prentice-Hall, Inc.

⁵⁵⁰ Quinn, B. P., Heckes, S. L. y Shea, M. L. (2019). Classroom Practices that Support the Development of Purpose. *Journal of Character Education*, 15(2), 71+.

⁵⁵¹ CUR2: investigar oportunidades y explorar nuevas experiencias (vea el Capítulo 6, p. 166).

⁵⁵² COR1: perseguir metas ambiciosas a pesar de los riesgos (vea el Capítulo 6, p. 166).

- ⁵⁵³ Waterman, A. S. (1984). Identity Formation: Discovery or Creation? *The Journal of Early Adolescence*, 4(4), 329-341.
- ⁵⁵⁴ Schwartz, S. J., Côté, J. E. y Arnett, J. J. (2005). Identity and Agency in Emerging Adulthood: Two Developmental Routes in the Individualization Process. *Youth & Society*, 37(2), 201-229. <https://doi.org/10.1177/0044118X05275965>
- ⁵⁵⁵ Greenhow, C. y Robelia, B. (2009). Informal learning and identity formation in online social networks. *Learning, Media and Technology*, (34), 119-140.
- ⁵⁵⁶ MET7: evaluar las acciones propias y sus consecuencias (vea el Capítulo 6, p. 166).
- ⁵⁵⁷ MET6: monitorear la comprensión y administrar la información adecuadamente (vea Capítulo 6, p. 166).
- ⁵⁵⁸ Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W H Freeman/Times Books/Henry Holt & Co.
- ⁵⁵⁹ Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>
- ⁵⁶⁰ Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- ⁵⁶¹ Bandura, A. y National Inst of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.
- ⁵⁶² Mitra, D. (2004). The Significance of Students: Can Increasing "Student Voice" in Schools Lead to Gains in Youth Development? *Teachers College Record - TEACH COLL REC*, 106.
- ⁵⁶³ COR2: liderar con iniciativa y responsabilidad (vea el Capítulo 6, p. 166).
- ⁵⁶⁴ Bronk, K. C. (2012). A grounded theory of the development of noble youth purpose. *Journal of Adolescent Research*, 27(1), 78-109. <https://doi.org/10.1177/0743558411412958>; Kashdan, T. B. y Steger, M. F. (2007). Curiosity and pathways to well-being and meaning in life: Traits, states, and everyday behaviors. *Motivation and Emotion*, 31(3), 159-173.
- ⁵⁶⁵ Yeager, D. S., Henderson, M. D. et al. (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic

self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 559-580.

⁵⁶⁶ Yeager, D. S., Henderson, M. D., Paunesku, D., Walton, G. M., D'Mello, S., Spitzer, B. J. y Duckworth, A. L. (n.d.). Boring but important: A self-transcendent purpose for learning fosters academic self-regulation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 559-580.

⁵⁶⁷ RES1: perseverar frente a los desafíos y buscar ayuda cuando es necesario.

⁵⁶⁸ RES4: administrar el estrés para mantener el desempeño.

⁵⁶⁹ Coleman, J. (2017). You Don't Find Purpose - You Build It. *Harvard Business Review*.

⁵⁷⁰ MET7: evaluar las acciones propias y sus consecuencias (vea el Capítulo 6, p. 166).

⁵⁷¹ Stanford University HAI (2023).

⁵⁷² Gates (2023).

⁵⁷³ Holt, L. (2023). A map of generative AI for education. *Medium*. <https://medium.com/@LaurenceHolt/map-of-ai-for-education-cd6863fecf87>

⁵⁷⁴ El CCR extrajo los conceptos básicos y creó estos mapeos para distintas entidades, como la Fundación Gates, para cuatro cursos universitarios de nivel básico: química, psicología, sociología y estadística y probabilidades: <https://curriculumredesign.org/higher-education-learning-outcomes/>. En la Enseñanza Primaria y Secundaria, esto se hizo para matemáticas, historia, tecnología e ingeniería, y sigue con otras disciplinas.

⁵⁷⁵ El CCR creó una base de datos con 275 obras seleccionadas de diferentes culturas: <https://worldliterature.curriculumredesign.org/browse?searchQuery=>

⁵⁷⁶ El CCR creó una base de datos con 240 proyectos alineados a los ODS de la ONU: <https://passionprojects.curriculumredesign.org/>

⁵⁷⁷ Dunn, K. et al. (2021). *Embedding competencies within disciplines*. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Embedding-Competencies-within-Disciplines-aka-Top4-CCR-June-2021.pdf>

⁵⁷⁸ OCDE (2020), *Global Teaching InSights: A Video Study of Teaching*, OECD Publishing, París. <https://doi.org/10.1787/20d6f36b-en>

⁵⁷⁹ Por ejemplo, por medio de certificaciones profesionales como la National Board for Professionals Teaching Standards (NBPTS), en Estados Unidos: <https://www.nbpts.org/>

⁵⁸⁰ LLMs are human-level Prompt Engineers - Arxiv 2211.01910. E: Zamfirescu-Pereira, J.D., Wong, R.Y. *et al.* (2023). Why Johnny can't prompt: How non-AI experts try (and fail) to design LLM prompts. CHI '23: Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Article No. 437, 1-21 <https://doi.org/10.1145/3544548.3581388>; Burger Doug, "Auto-Gen: Enabling next-generation large language model applications." Microsoft Research Blog, 25 de septiembre de 2023, <https://www.microsoft.com/en-us/research/blog/autogen-enabling-next-generation-large-language-model-applications/> y Fernando, Chrisantha *et al.* "Promptbreeder: Self-Referential Self-Improvement Via Prompt Evolution." ArXiv, 28 de septiembre de 2023.

⁵⁸¹ Yang, C., Wang, X. *et al.* (2023). Large Language Models as Optimizers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2309.03409>; Diao, S., Wang, P., Lin, Y. y Zhang, T. (2023). Active Prompting with Chain-of-Thought for Large Language Models. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2302.12246>; Guo, Q., Wang, R. *et al.* (2023). Connecting large language models with evolutionary algorithms yields powerful prompt optimizers. ArXiv: Universidad de Cornell. <https://arxiv.org/abs/2309.08532>

⁵⁸² Quanta Magazine, 16 de marzo de 2023, por Stephen Ornes, <https://www.quantamagazine.org/the-unpredictable-abilities-emerging-from-large-ai-models-20230316/>

⁵⁸³ Para obtener una visión general técnica, consulte el documento *Artificial Intelligence in Education* del CCR. <https://curriculumre-design.org/wp-content/uploads/AI-in-Education.pdf>

⁵⁸⁴ Molenaar, I. (2021), "Personalisation of learning: Towards hybrid human-AI learning technologies", en: OECD Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots, OECD Publishing, París.

⁵⁸⁵ UNESCO, International Task Force on Teachers for Education 2030. (2023). The teachers we need for the education we want: the global imperative to reverse the teacher shortage; factsheet.

UNESCO Digital Library. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387001>

⁵⁸⁶ OCDE. (2023). Latest PISA results. OECD.org. <https://www.oecd.org/pisa/>

⁵⁸⁷ OCDE. (2022). PISA 2022 Results. OECD.org.

⁵⁸⁸ Bialik, M. y Fadel, C. (2017). Overcoming system inertia in education reform. Center for Curriculum Redesign. <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Inertia-in-Education-CCR-Final.pdf>

⁵⁸⁹ Wikipedia. (2023). The year we make contact. https://en.wikipedia.org/wiki/2010:_The_Year_We_Make_Contact

⁵⁹⁰ Taylor, R. *et al.* (2020). Competencies for the 21st century: jurisdictional progress. Brookings Institute. <https://www.brookings.edu/articles/competencies-for-the-21st-century-jurisdictional-progress/>

El origen evolutivo de las competencias

“Hemos visto que ciertos sentidos e intuiciones, diversas emociones y facultades tales como la amistad, la memoria, la atención, la curiosidad, la imitación, el raciocinio, etc., de que el hombre se enorgullece, pueden encontrarse en un estado naciente, y aun algunas veces bastante desarrollado, en los animales inferiores”.

Charles Darwin

“Los organismos vivos son estructuras históricas; literalmente, creaciones de la historia. No representan un producto perfecto de ingeniería, sino una manta de retazos de conjuntos extraños reunidos cuando y donde surgieron oportunidades”.

François Jacob

¿POR QUÉ ESTUDIAR LA EVOLUCIÓN DE LAS COMPETENCIAS?

1. Para incentivar la humildad y la empatía por medio de la reducción del excepcionalismo humano.
2. Para entender y aceptar mejor otras formas de inteligencia (por ejemplo, la inteligencia artificial).

Estas propiedades son evolutivas y comunes entre muchas formas de vida y simplemente más avanzadas (o más minuciosamente investigadas) en los seres humanos, exigiendo un cambio de paradigma en nuestras relaciones con otras formas de vida. Los seres humanos contemporáneos (en gran parte) se tratan con respeto, pero tratan a los animales con menos respeto porque estos tradicionalmente son definidos como formas de vida inferiores y, por lo tanto, menos dignos de respeto. Sugerimos que los animales se parecen menos a los humanos porque los interpretamos como sin competencias, mientras que nosotros las tenemos. El presente artículo demuestra que, de hecho, los animales poseen ciertas competencias en diversos niveles, por lo tanto, los seres humanos deberían tratarlos con más respeto.

La adaptación ha impulsado y sigue impulsando el surgimiento de diversas estrategias de supervivencia entre las especies, las cuales, tal como demostraremos, fueron los bloques de construcción para el desarrollo de las competencias. Dicha adaptación evolutiva no es, de ningún modo, un proyecto ideal, sino un *kluge* que funciona *lo suficientemente bien* para la supervivencia y la reproducción.¹ Así como diferentes especies desarrollaron características especializadas para prosperar en sus ambientes, los seres humanos ampliaron sus capacidades cognitivas, afectivas y psicomotoras heredadas por medio de presiones evolutivas.² Es importante observar este hecho dada la

1. *Kluge*: una solución casual o improvisada para un problema. Merriam-Webster Dictionary, 2023. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/kludge>; Marcus, G. (2008). *Kluge: The haphazard evolution of the human mind*. Mariner Books.

2. Tomasello, M. (2019). *Becoming human: A theory of ontogeny*. Belknap Press of Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/9780674988651>

propensión que tienen los seres humanos a considerarse “perfectos”, por su condición de predador supremo, como afirmó Gary Marcus: “Aunque ningún estudioso razonable dude del hecho de que la selección natural *puede* producir proyectos funcionales superlativamente bien diseñados, también está claro que la ingeniería superlativa no está de ninguna manera *garantizada* [...] la mente humana no es un *kluge* menor que el cuerpo”.

La zoología evolutiva ofrece una estructura para entender el surgimiento de competencias humanas como la creatividad, la curiosidad, la resiliencia y los comportamientos prosociales e incluso éticos. Formas de vida orgánica de diversas especies exhiben rasgos que comparten líneas comunes con esas capacidades humanas desarrolladas a lo largo de las eras, e investigaciones en curso proporcionan insights sobre los fundamentos evolutivos de estas características.

La conclusión es que pocas aptitudes consideradas “humanas” no existen, de una forma u otra, en otros vertebrados superiores y en algunos invertebrados. Esta concepción, ya teorizada por el científico británico Charles Darwin (1809-1882), cada vez se considera más como verdadera en las investigaciones actuales. Hace solo algunas décadas, la ciencia consideraba antropomorfista toda alusión a la inteligencia y las emociones en especies animales, una tendencia que ahora se revierte por completo.

Las investigaciones actuales muestran continuamente nuevos comportamientos, como formas de comunicación y habilidades de solución de problemas.³ Desde 2021, por ejemplo, equipos de investigación utilizan el procesamiento de lenguaje natural y la inteligencia artificial (IA) para decodificar el lenguaje de las ballenas cachalotes.⁴ En septiembre de 2023, investigadores que examinaron varias especies (incluyendo gatos, ratones, caballos,

3. <https://www.scientificamerican.com/article/6-weird-and-wild-animal-behaviors-revealed-in-2022/>

4. Welch, C. (2021). Groundbreaking effort launched to decode whale language. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/scientists-plan-to-use-ai-to-try-to-decode-the-language-of-whales>

ovejas, zorrillos, armadillos y cefalópodos) concordaron que esos animales, y otros, presentan sueño REM y sueñan.⁵

Investigaciones anteriores documentan en profundidad las competencias de los animales, que van desde los comportamientos empáticos de los primates,⁶ hasta la intrincada solución de problemas de los pájaros⁷ y las estrategias cooperativas de los insectos sociales⁸ e incluso observaciones de la resiliencia de los animales ante los desafíos y cambios ambientales⁹ e inclinaciones éticas, como el altruismo recíproco¹⁰ de los murciélagos vampiros, los comportamientos protectores de los elefantes¹¹ o la atención concentrada de los animales durante tareas específicas.¹² Las competencias en habilidades, actitudes y metaaprendizaje, que muchas veces son malinterpretadas por el público en general como algo exclusivo de los seres humanos, están profundamente enraizadas en la evolución de la vida.

Las investigaciones sobre cognición, emoción y sociabilidad animal trascendieron los ámbitos académicos e impactaron significativamente en las acciones formales de los gobiernos en diversos campos. Estudios sobre las intrincadas estructuras sociales

5. Wilke, C. (2023). The animals that could be dreaming. *BBC: Future*. <https://www.bbc.com/future/article/20230901-the-animals-that-dream-just-like-humans-do>

6. Waal, F. B. de (1996). *Good natured: The origins of right and wrong in humans and other animals*. Harvard University Press.

7. Emery, N. J. y Clayton, N. S. (2004). The mentality of crows: Convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science*, 306(5703), 1903-1907. <https://doi.org/10.1126/science.1098410>

8. Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674454903>

9. Hadley, N. F. (1994). *Water relations of terrestrial arthropods*. Academic Press; Costanzo, J. P. y Lee, R. E. (2013). Cryoprotection: lessons from the wood frog. *Journal of Experimental Biology*, 216(15), 2791-2799. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0117234>

10. Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Harvard University Press. <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674454903>

11. McComb, K., Moss, C., Durant, S. M., Baker, L. y Sayialel, S. (2006). Matriarchs as repositories of social knowledge in African elephants. *Science*, 292(5526), 491-494. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11313492/>

12. Emery, N. J. y Clayton, N. S. (2004). The mentality of crows: Convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science*, 306(5703), 1903-1907. <https://doi.org/10.1126/science.1098410>

y capacidades cognitivas de los animales influyeron sobre las políticas de conservación,¹³ como las que protegen a los elefantes y aseguran la preservación del hábitat.¹⁴ La legislación sobre bienestar animal se basó en percepciones acerca de las emociones y variaciones individuales en las personalidades de los animales, llevando a lineamientos y actos más exhaustivos¹⁵ que declaran la sintiencia animal en determinados países.¹⁶ La integración de los descubrimientos científicos a la legislación formal demuestra la relevancia práctica de las investigaciones sobre la cognición y el comportamiento animal y cómo los descubrimientos de las investigaciones con animales cambian las perspectivas humanas sobre la sintiencia y la inteligencia. Pese a esos intentos –“más vale tarde que nunca”–, sigue siendo desalentador ver que, incluso en países desarrollados, el tratamiento que reciben los animales muchas veces refleja una impresionante falta de empatía y responsabilidad ética. Los seres humanos parecen tener un talento especial para racionalizar la crueldad bajo la bandera de su superioridad y su excepcionalidad. La cognición animal, así como la IA, desafía esas suposiciones de manera profunda.

Aunque la profundidad y la complejidad de esas características seguramente difieran entre las especies, las trayectorias evolutivas sugieren principios convergentes. Al trazar paralelismos entre los comportamientos animales y las capacidades humanas, podemos comenzar a entender cómo esas competencias “se acumularon” a lo largo del tiempo. **La siguiente sección está organizada de acuerdo con el modo en que las investigaciones**

13. Festa-Bianchet, M. y Apollonio, M. (2003). *Animal behavior and wildlife conservation*. Island Press.

14. McComb, K. y Baker, L. (2005). African elephants show high levels of interest in the skulls and ivory of their own species. *Biology Letters*, 1(4), 353-355. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17148317/>

15. Mendl, M., Burman, O. H. y Paul, E. S. (2010). An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. *Proceedings of the Royal Society of Biological Sciences*, 277(1696), 2895-2904. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2010.0303>

16. UK Parliament. (2022). Animal welfare (sentience) act. <https://bills.parliament.uk/bills/2867/publications>

sugieren que dichas competencias se “apilaron”, comenzando con la resiliencia y la comunicación y terminando con la ética, la metacognición y la metaemoción.

Importante: ante las limitaciones del lenguaje y la tendencia humana a antropomorfizar, muchas veces se exageran competencias como “creatividad”, “curiosidad” o “coraje”. El presente documento se esforzará al máximo para usar palabras apropiadas y no infladas.

RESILIENCIA

RES1	Perseverar frente a los desafíos y buscar ayuda cuando es necesario.
RES2	Crear relaciones sociales fuertes.
RES3	Establecer y mantener hábitos eficaces.
RES4	Administrar el estrés para mantener el desempeño.
RES5	Encontrar motivación propia por medio de un sentido o propósito.

Observación: las tablas que acompañan cada sección de competencia tienen el objetivo de servir como recordatorios de las cinco subcompetencias que componen cada competencia en la estructura del CCR Rev. 1.2. Las tablas de subcompetencias pueden usarse como una guía para que el lector contextualice y entienda mejor las comparaciones de animales a continuación, y también los términos y definiciones exactos adoptados al hacerlas.

La resiliencia evolucionó como una característica vital para la supervivencia en ambientes desafiantes. En los animales, la resiliencia suele referirse a la capacidad de adaptarse y de recuperarse de condiciones adversas, como la pérdida de hábitat, el cambio ambiental o el estrés. Cuando discutimos el estrés en animales, lo hacemos en el sentido en que la investigación biológica utiliza el término estrés para otras formas de vida, es decir, manifestaciones físicas, biológicas y bioquímicas de estrés. La capacidad de ciertas especies de superar el estrés e incluso de sobrevivir a condiciones extremas muestra resiliencia.¹⁷ Algunos anfibios, como la rana de bosque, presentan una resiliencia notable, entrando en

17. Hadley, N. F. (1994). *Water relations of terrestrial arthropods*. Academic Press.

un estado de animación suspendida durante temperaturas gélidas y reanimándose cuando las condiciones mejoran.¹⁸ Especies como la mariposa monarca migran a lo largo de grandes distancias, demostrando su capacidad de resiliencia para atravesar paisajes complejos y superar obstáculos.¹⁹

- **Resiliencia al estrés en ratas:** las investigaciones demuestran que las ratas tienen la capacidad de presentar resiliencia al estrés. En un estudio realizado por Lyons *et al.* (2010), se descubrió que la resiliencia de las ratas al estrés sufre la influencia de sus experiencias sociales (RES2) y que interacciones sociales positivas pueden mejorar su capacidad de lidiar con el estrés.
- **Peces en condiciones de agua variables:** peces como los rívolinos, del Atlántico, muestran una notable capacidad de adaptación a los cambios rápidos de las condiciones del agua. Un estudio publicado en la revista *Science* en 2016, liderado por el biólogo e investigador Noah Reid y otros, mostró que estos peces evolucionaron para soportar los altos niveles de contaminantes que normalmente serían tóxicos para especies similares. (RES4)
- **Tardígrados:** la famosa resiliencia y adaptación de los tardígrados a condiciones extremas es un tema muy investigado dadas sus posibles aplicaciones en campos como la exploración espacial y la biotecnología. Criptobiosis,²⁰ reparación del ADN,²¹

18. Costanzo, J. P. y Lee, R. E. (2013). Cryoprotection: lessons from the wood frog. *Journal of Experimental Biology*, 216(15), 2791-2799. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0117234>

19. Flockhart, D. T., Pichancourt *et al.* (2017). Unraveling the annual cycle in a migratory animal: Breeding-season habitat loss drives population declines of monarch butterflies. *Journal of Animal Ecology*, 86(5), 717-726. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24903085/>

20. Guidetti, R. y Jönsson, K. I. (2002). Long-term anhydrobiotic survival in semi-terrestrial micrometazoans. *Journal of Zoology*, 257(2), 181-187. <https://doi.org/10.1017/S095283690200078X>

21. Horikawa, D.D., Sakashita, T. *et al.* (2006). Radiation tolerance in the tardigrade *Milnesium tardigradum*. *International Journal of Radiation Biology*, 82(12), 843-848. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17178624/>

anhidrobiosis²² y producción de proteínas protectoras²³ y de trehalosa²⁴ son adaptaciones notables que hacen del tardígrado uno de los animales más resistentes conocidos por la ciencia. (RES4)

El estudio de la resiliencia animal puede brindar información valiosa sobre la resiliencia humana y estrategias para lidiar con desafíos paralelamente al desarrollo de la fortaleza emocional. Los animales presentan comportamientos adaptativos y respuestas fisiológicas a estresores relevantes para la resiliencia humana. Las investigaciones mostraron, por ejemplo, que pueden recuperarse de experiencias traumáticas por medio de mecanismos como la neuroplasticidad y la regulación de las hormonas del estrés.²⁵ Dichos descubrimientos pueden ampliar nuestra comprensión de cómo los seres humanos son capaces de desarrollar una resiliencia semejante por medio de procesos como la reevaluación cognitiva y el apoyo social.²⁶ Además, la observación de cómo los animales en diversos ecosistemas se adaptan a ambientes en constante cambio puede inspirar abordajes innovadores para desarrollar la resiliencia humana ante la adversidad.²⁷

22. Roszkowska, M., Gołdyn, B. *et al.* (2023). How long can tardigrades survive in the anhydrobiotic state? A search for tardigrade anhydrobiosis patterns. *PLOS ONE*, 18(1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270386>

23. Hashimoto, T., Horikawa, D.D. *et al.* (2016). Extremotolerant tardigrade genome and improved radiotolerance of human cultured cells by tardigrade-unique protein. *Nature Communications*, 7, 12808. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27649274/>

24. Hengherr S., Worland *et al.* (2008). High-temperature tolerance in anhydrobiotic tardigrades is limited by glass transition. *Physiological and Biochemical Zoology*, 81(6), 714-720. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19732016/>

25. Charney, D. S. (2004). Psychobiological mechanisms of resilience and vulnerability: Implications for successful adaptation to extreme stress. *American Journal of Psychiatry*, 161(2), 195-216. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14754765/>; McEwen, B. S. y Wingfield, J. C. (2003). The concept of allostasis in biology and biomedicine. *Hormones and Behavior*, 43(1), 2-15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12614627/>

26. Southwick, S. M., Vythilingam, M. y Charney, D. S. (2005). The psychobiology of depression and resilience to stress: Implications for prevention and treatment. *Annual Review of Clinical Psychology*, 1, 255-291. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17716089/>

27. Masten, A. S. (2018). Resilience theory and research on children and families: Past, present, and promise. *Journal of Family Theory & Review*, 10(1), 12-31. <https://doi.org/10.1111/jftr.12255>

Los seres humanos, así como otras formas de vida, tienen la capacidad de resiliencia, lo que permite la recuperación después de incidentes y la preservación del bienestar mental y emocional ante desafíos. Algunas investigaciones postulan que los primeros seres humanos desarrollaron flexibilidad cognitiva, habilidades de resolución de problemas y capacidad de innovar como respuestas adaptativas a ambientes en constante cambio.²⁸ Nuestra historia evolutiva como sobrevivientes en diversos ecosistemas demuestra la importancia de fomentar la resiliencia como una característica que capacita a individuos y comunidades para enfrentar dificultades con coraje y adaptabilidad. A medida que seguimos enfrentando nuevos retos, como el cambio ambiental y las disrupciones sociales, las lecciones de la historia evolutiva pueden orientarnos en el desarrollo de estrategias para aumentar la resiliencia individual y comunitaria para un futuro sostenible.²⁹

COMUNICACIÓN

COM1	Hacer preguntas y tener escucha activa.
COM2	Compartir la propia visión e inspirar a otras personas.
COM3	Articular ideas o mensajes de modo claro y conciso.
COM4	Comunicarse con fidelidad en diferentes modos y medios.
COM5	Adaptar mensajes según el público.

Los sistemas de comunicación son muy diversos en animales, insectos y plantas, y sirven para transmitir información, coordinar actividades y establecer vínculos sociales. Los primates como los chimpancés adoptan vocalizaciones complejas, expresiones fa-

28. Boyd, R. y Richerson, P. J. (2005). The origin and evolution of cultures. Oxford University Press; Potts, R. (1998). Environmental hypotheses of hominin evolution. *American Journal of Physical Anthropology*, 107(S27), 93-136. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-8644\(1998\)107:27+<93::AID-AJPA5>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-8644(1998)107:27+<93::AID-AJPA5>3.0.CO;2-X)
29. Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4(5), 390-405. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-001-0101-5>

ciales y posturas corporales para exponer emociones e intenciones en sus grupos sociales;³⁰ muchas aves utilizan vocalizaciones complejas para demarcar territorios y atraer parejas,³¹ y las abejas comunican información por medio de “la danza del meneo”³² y las feromonas (por ejemplo, “feromonas de alarma”³³).

La comunicación facilita la cooperación, el apareamiento y la supervivencia. Como las necesidades ambientales, sociales e individuales favorecieron los sistemas de comunicación animal, los seres humanos desarrollaron (lo que consideramos ser) una comunicación más compleja por medio de símbolos y lenguaje. El lenguaje es fundamental para la existencia humana, ya que permite la transmisión cultural y nos da la capacidad de expresar conceptos abstractos, compartir conocimiento y colaborar en tareas complejas. El estudio de la comunicación animal puede proporcionar percepciones valiosas sobre los orígenes del lenguaje humano, pues los sistemas de comunicación animal pueden servir como modelos para la comprensión de las raíces evolutivas del lenguaje, destacando los principales recursos y caminos que pueden haber contribuido al desarrollo del lenguaje humano.³⁴ El Earth Species Project, fundado en 2017, es un proyecto innovador y colaborativo de código abierto dedicado a decodificar la

30. Slocombe, K. E. y Zuberbühler, K. (2007). Chimpanzees modify recruitment screams as a function of audience composition. *PNAS Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(43), 17228-17233. <https://doi.org/10.1073/pnas.0706741104>

31. Lewis R. N., Williams L. J. y Gilman R. T. (2021). The uses and implications of avian vocalizations for conservation planning. *Conservation Biology*, 35(1):50-63. doi: 10.1111/cobi.13465. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7984439/>; Riebel K., Odom K. J., Langmore N. E. y Hall, M. L. (2019). New insights from female bird song: towards an integrated approach to studying male and female communication roles. *The Royal Society Biology Letters*, 1520190059. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2019.0059>

32. von Frisch, K. (1967). *The dance language and orientation of bees*. Harvard University Press.

33. Wang Z y Tan, K. (2019). Honey bee alarm pheromone mediates communication in plant-pollinator-predator interactions. *Insects*, 10(10):366. doi: 10.3390/insects10100366. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6835895/>

34. Hauser, M. D., Chomsky, N. y Fitch, W. T. (2002). The faculty of language: What is it, who has it, and how did it evolve? *Science*, 298(5598), 1569-1579. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12446899/>; Seyfarth, R. M., y Cheney, D. L. (2010). The evolution of language from social cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 20(4), 488-494. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24813180/>

comunicación animal usando IA.³⁵ Al examinar varios sistemas de comunicación animal, los investigadores pueden identificar similitudes y diferencias con el lenguaje humano, arrojando luz sobre los mecanismos cognitivos y neuronales subyacentes involucrados en ambos.

El estudio de vocalizaciones de primates, cantos de pájaros y comunicación de cetáceos, por ejemplo, reveló intrincados patrones de señalización, sintaxis e incluso evidencias de comunicación referencial –características semejantes a elementos del lenguaje humano–.³⁶ El análisis de la estructura, la complejidad y las funciones de las señales animales brinda información sobre el surgimiento gradual de las capacidades comunicativas.

- Los **elefantes africanos** utilizan una gran variedad de vocalizaciones y lenguaje corporal en su comunicación. Los elefantes pueden comunicarse a través de largas distancias usando infrasonido (sonidos de baja frecuencia que viajan más lejos que los sonidos de frecuencia más alta)³⁷ y transmiten información sobre el ambiente, amenazas y coordinación de movimientos empleando señalización sísmica.³⁸ (COM3 y COM4)
- Las **suricatas** tienen un sistema de comunicación vocal altamente sofisticado. Un estudio de la Universidad de Cambridge mostró que usan diferentes llamados de alarma para diferentes predadores. Además, la variación en la intensidad

35. The Index Project. (2017). Earth species project. *The Index Project*. <https://theindexproject.org/award/nominees/5421>

36. Fitch, W. T., Hauser, M. D. y Chomsky, N. (2005). The evolution of the language faculty: Clarifications and implications. *Cognition*, 97(2), 179-210. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16112662/>

37. Garstang, M. (2010). Chapter 3.2 - Elephant infrasounds: long-range communication. In *Handbook of Behavioral Neuroscience*, Vol. 19, Stefan M. Brudzynski, (Ed.). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S156973391070014X>

38. O'Connell-Rodwell, C. E. (2007). Keeping an "Ear" to the Ground: Seismic Communication in Elephants. *Physiology*, 22(4), 287-294. <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/physiol.00008.2007>; Reinwald M., Moseley B. *et al.* (2021). Seismic localization of elephant rumbles as a monitoring approach. *Journal of the Royal Society Interface*, 18(180), 20210264. doi: 10.1098/rsif.2021.0264. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8277467/>

de los llamados indica el nivel de amenaza.³⁹ (COM3, COM4 y COM5)

- Los **cetáceos** presentan habilidades avanzadas de comunicación que involucran una amplia gama de vocalizaciones, lenguaje corporal y comportamientos complejos. Los delfines emplean un extenso repertorio de clics, silbidos y posturas corporales para transmitir información y mantener vínculos sociales en los grupos.⁴⁰ Las orcas poseen dialectos únicos, y diferentes grupos tienen patrones vocales distintos, enfatizando el rol de la comunicación vocal en su estructura social.⁴¹ Las ballenas yubartas participan en canciones complejas que pueden atraer parejas o favorecer la cohesión del grupo.⁴² (COM1, COM3 y COM5)

COLABORACIÓN

COL1	Asumir y compartir responsabilidades con los demás.
COL2	Optimizar los recursos del equipo y las habilidades y perspectivas únicas de los individuos.
COL3	Afrontar y solucionar conflictos interpersonales.
COL4	Dar y recibir feedback constructivo.
COL5	Apoyar activamente y demostrar compasión por los miembros del equipo.

39. Schneider S., Goettlich S. *et al.* (2021). Discrimination of acoustic stimuli and maintenance of graded alarm call structure in captive meerkats. *Animals*, 11(11):3064. doi: 10.3390/ani11113064. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8614505/>; Zöttl, M., Lienert, R., Clutton-Brock, T., Millesi, E. & Manser, M. B. (2013). The effects of recruitment to direct predator cues on predator responses in meerkats, *Behavioral Ecology*, 24(1), 198-204. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars154>

40. Tyack, P. (1986). Whistle repertoires of two bottlenosed dolphins, *Tursiops truncatus*: Mimicry of signature whistles? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 18(4), 251-257. <https://doi.org/10.1007/BF00300001>

41. Connor, R. C., Smolker, R. A. y Richards, A. F. (1992). Two levels of alliance formation among male bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 89(3), 987-990. <https://doi.org/10.1073/pnas.89.3.987>

42. Payne, R. S. y McVay, S. (1971). Songs of humpback whales. *Science*, 173(3997), 585-597. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17833100/>

La colaboración humana está profundamente enraizada en nuestra herencia evolutiva como especie social.⁴³ Los seres humanos desarrollaron estructuras sociales complejas y mecanismos de cooperación para afrontar desafíos que van más allá de las capacidades individuales, así como diferentes especies de animales forman grupos para su protección, búsqueda de alimentos y crianza de sus crías. Las sociedades de animales o insectos, como las de las hormigas, los delfines o las ratas topo desnudas, proveen ejemplos de cooperación eficaz en especies no humanas.⁴⁴ El éxito evolutivo de las especies sociales destaca la importancia de la colaboración en la adaptación a ambientes en constante cambio y la optimización de la utilización de recursos. El reconocimiento de esa base biológica muestra la importancia de fomentar las habilidades de colaboración, ya que estas reflejan nuestra herencia evolutiva y nos permiten afrontar colectivamente retos globales complejos.⁴⁵

En el reino animal, existen numerosos ejemplos de cooperación que destacan los beneficios del trabajo conjunto para la supervivencia mutua y la adquisición de recursos. Una gran cantidad de investigaciones demuestran que varias especies animales se involucran en la colaboración porque sus ventajas evolutivas proporcionan mayor acceso a recursos, más protección contra predadores y mayor éxito reproductivo. Las abejas, por ejemplo, exhiben una intrincada división del trabajo en las colmenas, con individuos que asumen funciones como recolectoras, enfermeras y defensoras. Esta división del trabajo permite que la colonia recolecte néctar y polen de modo eficiente, mientras cuida a sus crías.⁴⁶ La colaboración también se manifiesta en la caza cooperativa, en la que los individuos coordinan sus acciones para capturar a la presa. Hay muchos registros de estudios observacionales que

43. Tomasello, M. (2019). *Becoming human: A theory of ontogeny*. Belknap Press of Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/9780674988651>

44. Dugatkin, L. A. (2017). *Principles of animal cooperation*. Oxford University Press.

45. Trilling, B., Fadel, C. y Bialik, M. (2015). *Educación en cuatro dimensiones* (disponible en <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/Educacion-en-cuatro-dimensiones-Spanish.pdf>).

46. Seeley, T. D. (1989). The honey bee colony as a superorganism. *American Scientist*, 77(6), 546-553. <https://www.jstor.org/stable/27856005>

muestran que las leonas trabajan en equipo de modo sofisticado: rodean a la presa desde distintos ángulos y después se acercan para capturarla de manera coordinada.⁴⁷

- Las **hormigas**, conocidas por sus sociedades altamente colaborativas, trabajan entre muchas para construir nidos complejos, buscar alimentos y defender a las colonias. Las investigaciones muestran que gran cantidad de especies de hormigas se involucran en la “polidomia”,⁴⁸ esparciendo las colonias por distintos nidos separados en el espacio, pero socialmente conectados. Las hormigas son capaces de solucionar problemas complejos, incluso algoritmos distribuidos,⁴⁹ como encontrar el camino más corto para las fuentes de alimento, por medio de interacciones simples entre muchos individuos. (COL1, COL2 y COL3)
- Los **lobos** son reconocidos por su capacidad de trabajar en conjunto durante las cacerías. Pueden abatir a presas grandes rodeándolas estratégicamente y realizando ataques coordinados. Los estudios muestran que el éxito de las manadas de lobos en la caza está íntimamente relacionado con el nivel de coordinación y diferenciación de roles entre sus miembros.⁵⁰ (COL1 y COL2)
- Las **orcas** viven en grupos sociales altamente estructurados, llamados vainas, que pueden reunir a individuos de diversas generaciones. En esos grupos, la cooperación y la colabora-

47. Stander, P. E. (1992). Cooperative hunting in lions: The role of the individual. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 29(6), 445-454. <http://www.jstor.org/stable/4600646>; Packer, C., Scheel, D. y Pusey, A. E. (2001). Why lions form groups: Food is not enough. *The American Naturalist*, 159(6), 718-722.

48. Robinson, E. J. H. (2014). Polydomy: the organisation and adaptive function of complex nest systems in ants. *Current Opinion in Insect Science*, 5, 37-43. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221457451400073X>

49. Garg, S., Shiragur, K., Gordon, D. B. y Chankar, M. (2023). Distributed algorithms from arboreal ants for the shortest path problem. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. <https://doi.org/10.1073/pnas.2207959120>

50. Escobedo R., Muro C., Spector L. y Coppinger R. P. (2014). Group size, individual role differentiation and effectiveness of cooperation in a homogeneous group of hunters. *Journal of the Royal Society Interface*, 112014020420140204. <https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0204>

ción son esenciales para tareas como la navegación y la protección contra amenazas.⁵¹ Sus complejas estrategias de caza suelen involucrar esfuerzos colaborativos entre los miembros de la manada. Por ejemplo, se han observado vainas de orcas cercando a presas cooperativamente.⁵² Las orcas hembras en general colaboran en el cuidado de las crías. Las más grandes, conocidas como “tías”, ayudan a las madres en el cuidado y la protección.⁵³ (COL1, COL2 y COL5)

El estudio de la colaboración animal ofrece muchos caminos interesantes para mejorar la colaboración humana. Las sociedades de insectos, como las de hormigas y abejas, muestran comunicación y coordinación eficaces. Estas especies presentan elaborados sistemas de señalización y división del trabajo que pueden mejorar nuestra comprensión sobre cómo la comunicación eficaz es capaz de impulsar colaboraciones exitosas.⁵⁴ Los mecanismos de resolución de conflictos en sociedades animales, como las de lobos y delfines, pueden usarse para modelar nuevas estrategias para mantener la armonía social en equipos humanos.⁵⁵ La asignación de recursos, como la observada en especies de colmenas y muchas especies de aves, es otra conducta colaborativa en el mundo animal que puede usarse para modelar la distribución equitativa de recursos en colaboraciones humanas.⁵⁶

51. Ford, J. K. B., Ellis, G. M. y Balcomb, K. C. (2000). Killer whales: The natural history and genealogy of *Orcinus orca* in British Columbia and Washington. UBC Press.

52. Pitman, R. L. y Durban, J. W. (2011). Cooperative hunting behavior, prey selectivity and prey handling by pack ice killer whales (*Orcinus orca*), type B, in antarctic peninsula waters. *Marine Mammal Science*, 27(4), 639-658. <https://core.ac.uk/download/pdf/17247952.pdf>

53. Brent, L. J. N., Franks, D. W. et al. (2015). Ecological knowledge, leadership, and the evolution of menopause in killer whales. *Current Biology*, 25(6), 746-750. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25754636/>

54. Camazine, S., Deneubourg, J. L., Franks, N. R., Sneyd, J., Theraula, G. y Bonabeau, E. (2001). *Self-organization in biological systems*. Princeton University Press. <https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691116242/self-organization-in-biological-systems>

55. Smith, M. y Harper, D.G. (1995). Animal signals: Models and terminology. *Journal of Theoretical Biology*, 177, 305-311.

56. Boggs, C. L. (1992). Resource allocation: Exploring connections between foraging and life history. *Functional Ecology*, 6(5), 508-518. <https://doi.org/10.2307/2390047>

CORAJE

COR1	Perseguir metas ambiciosas, a pesar de los riesgos.
COR2	Liderar con iniciativa y responsabilidad.
COR3	Involucrarse con otras personas de modo vulnerable.
COR4	Reconocer las propias fortalezas y debilidades.
COR5	Creer en la propia iniciativa y autoeficacia.

Debido a las interpretaciones humanas basadas en valores y en la moral, el coraje suele ser asociado a comportamientos animales que implican riesgos para la supervivencia y la reproducción. Es posible afirmar que los elefantes africanos, por ejemplo, muestran coraje cuando protegen a sus crías de predadores, dispuestos a enfrentar el peligro para garantizar el bienestar de su prole.⁵⁷ Los pingüinos también exhiben coraje al zambullirse para obtener alimentos para sus familias, a pesar de los riesgos presentados por predadores y condiciones adversas.⁵⁸

Uno de los principales componentes que los seres humanos perciben como coraje es el accionar según las propias convicciones ante diferentes tipos de miedo (por ejemplo, daños, muerte, exclusión social). El miedo también desempeña una función esencial para la supervivencia de diferentes especies, generando comportamientos de fuga o defensa en situaciones de amenazas. Roedores como las ratas presentan claras respuestas fisiológicas y conductuales ante el miedo, como frecuencia cardíaca elevada, mayor vigilancia y parálisis cuando detectan orina de gato –señal de que hay un predador cerca–.⁵⁹ De manera similar, los pájaros, especialmente las especies de rapiña, muestran un estado de alerta elevado cuando son expuestos a señales visuales específicas; la

57. McComb, K., Moss, C. et al. (2006). Matriarchs as repositories of social knowledge in African elephants. *Science*, 292(5526), 491-494. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11313492/>

58. Ainley, D. G. (2002). *The Adélie penguin: Bellwether of climate change*. Columbia University Press. <http://cup.columbia.edu/book/the-adelie-penguin/9780231123068>

59. Blanchard, R. J. y Blanchard, D. C. (1989). Attack and defense in rodents as ethoexperimental models for the study of emotion. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*, 13, S3-S14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2694228/>

simple silueta de un halcón volando puede provocar una reacción de huida dramática en muchos pájaros pequeños debido al miedo innato de predadores aviares.⁶⁰ En la vida marina, peces como el pez cebra se alejan rápidamente cuando se enfrentan a un estímulo inesperado o a la sombra de un predador, una conducta influida por vías neuronales comparables a los circuitos de miedo de los mamíferos.⁶¹ Aunque los mecanismos fisiológicos por detrás de estas respuestas sean diferentes entre las especies, el propósito evolutivo subyacente es consistente: el miedo actúa como un mecanismo de protección, motivando comportamientos que aumentan las posibilidades de supervivencia ante el peligro.

Como no somos capaces de entender completamente los estados psicológicos de diversos animales, el concepto de coraje puede no ser tan claro en otras formas de vida. Los comportamientos “valientes” generalmente son motivados por presiones e instintos evolutivos en vez de por actos conscientes de valentía. En la investigación científica, dichos comportamientos suelen ser estudiados desde una perspectiva evolutiva y ecológica, en lugar de atribuidos a una virtud moral como el coraje. Sin embargo, algunas conductas animales son sorprendentemente similares a lo que los seres humanos definen como coraje.

- **Sacrificio de las abejas:** las abejas obreras presentan una conducta en la que pican aquello que es percibido como una amenaza para proteger a la colmena, aunque el acto de picar provoque su muerte. Dicha conducta de autosacrificio puede ser vista como una forma de coraje, ya que la abeja arriesga su propia vida por el bienestar de la colonia.⁶² (COR1 y COR2)

60. Cresswell, W. (2008). Non-lethal effects of predation in birds. *Ibis*, 150(s1), 3-17. <https://www.semanticscholar.org/paper/Non%E2%80%90lethal-effects-of-predation-in-birds-Cresswell/9eb15d804f4e746e0f45faf27931b64c333dfd27>

61. Maximino, C., Marques de Brito T. *et al* (2010). Scototaxis as anxiety-like behavior in fish. *Nature Protocols*, 5(2), 209-216. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20134420/>

62. Dawson, D. (1999). Evolutionary theory and group selection: The question of warfare. *History and Theory*, 38(4), 79-100. <http://www.jstor.org/stable/2678059>

- **Inspección de predadores en peces:** determinadas especies de peces, cuando se enfrentan a un predador, adoptan una conducta conocida como “inspección del predador”: en lugar de huir, se acercan a él.⁶³ Los investigadores afirman que se trata de una manera de evaluar el nivel de amenaza y, aunque ponga al pez inspector en un riesgo mayor, es un movimiento estratégico que puede considerarse como un acto de mucho coraje. (COR2)
- **Conducta de acoso en aves:** bastante extendida, pero arriesgada; muchas especies de pájaros participan en lo que se conoce como “conducta de acoso”, en la que asechan colectivamente a un predador, generalmente mucho más grande que ellos, para alejarlo.⁶⁴ Estos comportamientos también se han observado entre los cuervos alrededor de sus muertos, lo que se cree que es una estrategia para aprender sobre peligros.⁶⁵ (COR1 y COR2)

CURIOSIDAD

CUR1	Buscar entender profundamente.
CUR2	Investigar oportunidades y explorar nuevas experiencias.
CUR3	Buscar perspectivas diferentes para ampliar la comprensión.
CUR4	Visualizar y priorizar los intereses y las pasiones individuales.
CUR5	Encontrar alegría en aprender y ser un aprendiz permanente.

Las conductas motivadas por la curiosidad sirven a fines adaptativos. Por ejemplo, primates como los chimpancés se involucran en comportamientos exploratorios para entender su ambiente y ad-

63. Brown, G. E. y Cowan, J. (2000). Foraging trade-offs and predator inspection in an Ostariophysan fish: Switching from chemical to visual cues. *Behavior*, 137(2), 181-195. <http://www.jstor.org/stable/4535697>

64. Scott M. y Robinson, W. M. (2023). Mobbing behavior of songbirds in response to calls of an ambush-predator, the northern pygmy-owl. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11. <https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1092323>

65. Swift, K. N. y Marzluff, J. M. (2015). Wild American crows gather around their dead to learn about danger. *Animal Behaviour*, 109, 187-197. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003347215003188>

quirir nueva información.⁶⁶ La curiosidad en los animales es considerada una adaptación evolutiva que promueve el aprendizaje y su adaptación a ambientes en constante cambio. Está relacionada con el desarrollo de habilidades cognitivas y de resolución de problemas y se observa en distintas especies del reino animal. Los delfines demuestran curiosidad al investigar objetos nuevos, lo que puede ayudarlos a aprender sobre el ambiente y a desarrollar habilidades de resolución de problemas.⁶⁷ En el reino de las aves, el cuervo de Nueva Caledonia usa herramientas de maneras innovadoras para extraer insectos de la cáscara de los árboles, demostrando un curioso impulso por experimentar y adaptarse.⁶⁸

- Las **ratas** se muestran naturalmente curiosas y motivadas a explorar nuevos ambientes. Suelen preferir objetos nuevos a los habituales, un fenómeno conocido como reconocimiento de objetos nuevos.⁶⁹ Esa conducta es frecuentemente usada en investigaciones neurocientíficas para estudiar la memoria y el aprendizaje en esta especie.⁷⁰ (CUR2) Además, las investigaciones muestran que las ratas tienen imaginación y pueden navegar en espacios usando sus pensamientos (por ejemplo, activando representaciones mentales de espacios distantes de su ubicación actual).⁷¹
- Los **cuervos** u otros miembros de la familia de los córvidos, como el cuervo común, han sido observados jugando con distintos objetos e investigando nuevos ítems en el ambien-

66. Reader, S. M. y Laland, K. N. (2003). Animal innovation: An introduction. In S. M. Reader & K. N. Laland (Eds.). *Animal Innovation* (pp. 3-34). Oxford University Press.

67. Paulos, R. D., Trone, M. y Kuczaj, S. A. II. (2010). Play in wild and captive cetaceans. *International Journal of Comparative Psychology*, 23, 701-722. https://escholarship.org/content/qt3368z4tq/qt3368z4tq_noSplash_f51a6b4bf03c769e033dfa7cf8f1c9d3.pdf?t=mwj0zw

68. Weir, A. A., Chappell, J. y Kacelnik, A. (2002). Shaping of hooks in New Caledonian crows. *Science*, 297(5583), 981. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12169726/>

69. Barbosa, F. F. y Silva, R. H. (2018). Capítulo 18 - Immediate-early gene expression in neural circuits related to object recognition memory. In: A. Ennaceur y M. Angelica de Souza Silva (Eds.) *Handbook of Behavioral Neuroscience* (pp. 261-271). Elsevier.

70. Ennaceur A. y Delacour J. (1988). A new one-trial test for neurobiological studies of memory in rats. 1: Behavioral data. *Behavioral Brain Research*, 31(1):47-59. doi: 10.1016/0166-4328(88)90157-x. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3228475/>

71. Chongxi, Lai et al. (2023). Volitional activation of remote place representations with a hippocampal brain-machine interface. *Science*, 382,566-573. DOI: 10.1126/science.adh5206

te. Dicha conducta sugiere un gran interés en explorar el ambiente y aprender por medio de la experimentación.⁷² Fueron documentados tirando de cuerdas para alcanzar alimentos suspendidos fuera de su alcance, una conducta que requiere pensamiento innovador y curiosidad.⁷³ (CUR2 y CUR4)

- Los **mapaches** son criaturas fascinantes que han capitalizado su curiosidad y capacidad de resolución de problemas para prosperar en ambientes alterados por los seres humanos. Los atraen objetos y entornos nuevos e investigan de inmediato otros estímulos.⁷⁴ Esa exploración motivada por la curiosidad los ayuda a adaptarse a las condiciones variables de los paisajes urbanos y suburbanos. Son animales que prosperan en áreas urbanas debido a su capacidad de explorar recursos –revolviendo tachos de basura e incluso abriendo contenedores para acceder a alimentos–.⁷⁵ Esa conducta demuestra habilidades de resolución de problemas y curiosidad sobre objetos producidos por seres humanos. (CUR2 y CUR4)

Algunas investigaciones con animales sugieren que la curiosidad es una característica fundamental que promueve el aprendizaje, la resolución de problemas y la adaptabilidad. Así como ellos, los seres humanos poseen una curiosidad innata que los lleva a explorar, hacer preguntas y buscar conocimiento. Nuestra herencia evolutiva como aprendices curiosos está profundamente enraizada, lo que nos permite adquirir nuevas habilidades, adaptarnos a circunstancias variables y avanzar como especie. La curiosidad es una característica que ha impulsado la evolución intelectual y cultural de los seres humanos.

72. Heinrich, B. (1995). An experimental investigation of insight in common ravens (*Corvus corax*). *The Auk*, 112(4), 994-1003. <https://doi.org/10.2307/4089030>

73. Heinrich, B. y Bugnyar, T. (2005). Testing problem solving in ravens: String-pulling to reach food. *Ethology*, 111(10), 962-976. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0310.2005.01133.x>

74. Powell, R. A. (1994). Raccoon and allies. In: S. P. Parker (Ed.). *The Grzimek's Encyclopedia of Mammals* (Vol. 4, pp. 93-110). McGraw-Hill.

75. Gross, J., Elvinger, F., Hungerford L. L. y Gehrt, S. D. (2011). Raccoon (*Procyon lotor*) use of the urban matrix in the Baltimore metropolitan area. *Urban Ecosystems*, 15, 667-682. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-011-0218-z>

Los modelos animales confirman las ventajas evolutivas de la curiosidad. Los animales más curiosos tienden a adaptarse más exitosamente a ambientes en constante cambio.⁷⁶ En el contexto humano, eso sugiere que estimular la curiosidad puede conducir a mejores habilidades de resolución de problemas y adaptabilidad, cualidades claves en este mundo en transformación. Al trazar paralelismos entre los comportamientos animales y los procesos cognitivos humanos, y al comprender mejor los mecanismos neuronales por detrás de la curiosidad animal como el sistema de recompensa de la dopamina en roedores, los investigadores y educadores pueden diseñar ambientes de aprendizaje que estimulen la curiosidad de manera eficaz.⁷⁷

PENSAMIENTO CRÍTICO

PEN1	Identificar, aclarar y organizar información.
PEN2	Evaluar la validez y la calidad de la información.
PEN3	Sopesar los pros y los contras de elecciones alternativas.
PEN4	Aplicar razonamiento sensato en la toma de decisiones.
PEN5	Reflexionar críticamente sobre el propio razonamiento y suposiciones.

El pensamiento crítico, similar a la capacidad de los animales de interpretar señales ambientales de amenazas y recursos, permite que los seres humanos evalúen situaciones complejas y tomen decisiones informadas.

Así como los animales desarrollaron estrategias para analizar su ambiente, los seres humanos poseen una mayor capacidad de pensamiento crítico, impulsada por la necesidad de evaluar los riesgos,⁷⁸ tomar decisiones y solucionar problemas.⁷⁹ De manera

76. Thornton, A. y McAuliffe, K. (2006). Teaching in wild meerkats. *Science*, 313(5784), 227-229. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16840701/>

77. Gruber, M. J., Gelman, B. D. y Ranganath, C. (2014). States of curiosity modulate hippocampus-dependent learning via the dopaminergic circuit. *Neuron*, 84(2), 486-496. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25284006/>

78. En las matemáticas, las probabilidades son el entendimiento más crítico –¡impulsan la supervivencia!–.

79. Tomasello, M. (2019). *Becoming human: A theory of ontogeny*. Belknap Press of Harvard University Press. <https://doi.org/10.4159/9780674988651>

análoga a los animales que evalúan señales de posibles amenazas u oportunidades, los seres humanos se involucran en el pensamiento analítico para evaluar situaciones complejas.

Aunque los animales presenten comportamientos de resolución de problemas y de toma de decisiones indicativos de pensamiento crítico, el nivel y la complejidad de ese pensamiento varían mucho entre las especies y hoy en día no se consideran directamente comparables al pensamiento crítico humano. Sin embargo, los siguientes ejemplos, entre otros, indican que los *elementos* del pensamiento crítico, incluidas cuatro de las cinco subcompetencias, están presentes en varias especies animales. La única razón por la que la reflexión crítica sobre el propio razonamiento y las suposiciones (CRI5) está ausente es la falta de investigación o de capacidad científica para determinar la autorreflexión en otras especies.

- Los **cuervos de Nueva Caledonia** exhiben habilidades impresionantes de resolución de problemas, especialmente en el contexto del uso de herramientas. Diversos estudios confirman que pueden usar hasta tres herramientas en la secuencia correcta para alcanzar un objetivo, mostrando resolución de problemas y planificación a futuro.⁸⁰ (PEN1 a PEN4)
- Las **palomas** son capaces de discriminar estímulos visuales y tomar decisiones con base en esa información.⁸¹ También fueron entrenadas para reconocer palabras, mostrando que pueden aprender estándares visuales y tomar decisiones basadas en ellas.⁸² (PEN1 a PEN4)
- Los **pulpos** son muy inteligentes y poseen habilidades avanzadas para la resolución de problemas.⁸³ En diversos expe-

80. Boeckle M., Schiestl M., et al. (2020). New Caledonian crows plan for specific future tool use. *Proceedings of the Royal Society*, B.28720201490. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2020.1490>

81. Watanabe, A., Fujimoto, et al. (2019). Pigeons discriminate shapes based on topological features. *Vision Research*, 158, 120-125. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0042698919300549>

82. Wasserman, E. A. (1995). The Conceptual Abilities of Pigeons. *American Scientist*, 83(3), 246-255. <http://www.jstor.org/stable/29775443>

83. Godfrey-Smith, P. (2017). *Otras mentes: El pulpo, el mar y los orígenes profundos de la conciencia*. Taurus.

rimentos, resuelven laberintos, abren tarros y presentan comportamientos para huir que implican tanto planificación como toma de decisiones complejas.⁸⁴ (PEN1 a PEN4)

- Las **abejas melíferas** presentan habilidades matemáticas y de toma de decisiones complejas. Las investigaciones muestran que pueden “solucionar” problemas matemáticos complejos que implican encontrar el camino más corto entre flores descubiertas en orden aleatorio, lo que se conoce como el “problema del viajante de comercio”.⁸⁵ (PEN1 a PEN4)

Observar cómo los animales enfrentan desafíos complejos puede ampliar nuestra comprensión de la cognición humana. Por ejemplo, la significativa investigación sobre comportamientos indicativos de habilidades cognitivas de orden superior en cuervos de Nueva Caledonia brinda *insights* sobre la evolución de los procesos cognitivos y sugiere que ciertas estrategias de resolución de problemas pueden estar más profundamente enraizadas en el reino animal de lo que se pensaba.⁸⁶ Estudios comparativos entre seres humanos y animales destacan impresionantes similitudes en los procesos de pensamiento crítico, demostrando mecanismos cognitivos comunes presentes en todas las especies.⁸⁷ Estos descubrimientos contribuyen a nuestra comprensión de la ancestralidad cognitiva compartida de la vida en la Tierra y de la continuidad evolutiva de las habilidades cognitivas.

84. Riederer, R. (2016). Inky the octopus and the upsides of anthropomorphism. *The New Yorker*. <https://www.newyorker.com/culture/culture-desk/inky-the-octopus-and-the-upsides-of-anthropomorphism>

85. Marinakis, Y., Marinaki, M. y Dounias, G. (2011). Honey bees mating optimization algorithm for the Euclidean traveling salesman problem. *Information Sciences*, 181(20), 4684-4698. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0020025510002938>

86. Hunt, G. R. y Gray, R. D. (2003). Diversification and cumulative evolution in New Caledonian crow tool manufacture. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1517), 867-874. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2302>

87. Vonk, J. y Shackelford, T. K. (Eds.). (2012). *The Oxford handbook of comparative evolutionary psychology*. Oxford University Press.

CREATIVIDAD

CRE1	Desarrollar gustos, estética y estilo personales.
CRE2	Generar y buscar nuevas ideas.
CRE3	Sentirse cómoda con riesgos, incertidumbres y fracasos.
CRE4	Establecer conexión, reorganización y refinamiento de ideas en un todo cohesionado.
CRE5	Concretar ideas y reconocer restricciones.

La creatividad tiene sus raíces en la ventaja adaptativa de generar soluciones innovadoras para los desafíos. Así como diversas especies de animales desarrollaron características y comportamientos propios para explorar nichos ecológicos, los seres humanos perfeccionaron la creatividad para concebir soluciones imaginativas transferibles entre dominios.⁸⁸ Dicho proceso evolutivo destaca el rol fundamental de la creatividad en la resolución de problemas y la adaptación. Las innumerables formas de ingenio por ensayo y error en la naturaleza, desde la intrincada construcción de nidos hasta las técnicas de camuflaje, demuestran la importancia de cultivar la creatividad como una característica humana. Al reconocer la importancia evolutiva de la creatividad, podemos obtener más información sobre su valor como herramienta para navegar por las complejidades del mundo y estimular la innovación.

Con frecuencia, la creatividad en los animales se manifiesta en la resolución de problemas, el uso de herramientas y la comunicación. Varios ejemplos sugieren que la creatividad no es exclusiva de los seres humanos y puede ser observada de diferentes formas en las especies animales. Estos comportamientos creativos contribuyen a la capacidad de adaptación, comunicación y prosperidad de los animales en sus ambientes.

- Los **delfines** demuestran creatividad, especialmente en sus juegos y comunicación. Crean anillos de burbujas bajo el agua, por ejemplo, y los manipulan usando sus cuerpos y

88. Kaufman, J. C. y Baer, J. (Eds.). (2006). *Creativity and reason in cognitive development*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511606915>

ondas sonoras.⁸⁹ Esa conducta se considera una forma de juego y expresión creativa. (CRE1 y CRE5)

- Los grandes simios (**bonobos, chimpancés, gorilas y orangutanes**) suelen demostrar creatividad en la resolución de problemas, a punto tal que la comunidad científica llama a su uso de herramientas como tecnología.⁹⁰ Emplean herramientas de manera regular y diversificada, como palillos para extraer termitas de los montes, piedras para abrir nueces u hojas como paraguas o esponjas.⁹¹ (CRE2, CRE4 y CRE5)
- Entre los **pájaros jardineros**, los machos crean estructuras elaboradas, llamadas cenadores, para atraer a las hembras, decorándolos con objetos como hojas, flores y cáscaras, generalmente organizadas por colores.⁹² Algunos investigadores consideran la complejidad de la construcción de los cenadores, incluyendo las ilusiones de perspectiva en las estructuras, como una forma de creatividad.⁹³ (CRE1, CRE2, CRE4 y CRE5)

89. Heersmink, R. (2022). Human uniqueness in using tools and artifacts: flexibility, variety, complexity. *Synthese*, 200, 442. <https://doi.org/10.1007/s11229-022-03892-8>; McCowan, B., Marino, L., Vance, E., Walke, L. y Reiss, D. (2000). Bubble ring play of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): implications for cognition. *Journal of Comparative Psychology*, 114(1), 98. https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1044&context=acwp_asie; Moreno, K. R., y Macgregor, R. P. (2019). Bubble trails, bursts, rings, and more: A review of multiple bubble types produced by cetaceans. *Animal Behavior and Cognition*, 6(2), 105-126. <https://doi.org/10.26451/abc.06.02.03.2019>

90. Seed, A. y Byrne, R. (2010). Animal Tool-Use. *Current Biology*, 20(23), R1032-R1039. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982210011607>

91. Samuni, L., Lemieux, D., et al. (2021). Tool use behavior in three wild bonobo communities at Kokolopori. *American Journal of Primatology*, 84(1), e23342. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ajp.23342>

92. Borgia, G. (1995). Why do bowerbirds build bowers? *American Scientist*, 83(6), 542-547. <http://www.jstor.org/stable/29775558>; Endler, J. A. (2012). Bowerbirds, art and aesthetics: Are bowerbirds artists and do they have an aesthetic sense? *Communicative and Integrative Biology*, 5(3):281-283. doi: 10.4161/cib.19481. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3419115/>

93. Yong, E. (2010). Male bowerbirds create forced perspective illusions that only females see. *National Geographic, Science*. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/male-bowerbirds-create-forced-perspective-illusions-that-only-females-see>

El estudio de la creatividad animal también arroja luz sobre los mecanismos neuronales subyacentes al pensamiento innovador.⁹⁴ Investigaciones de neurociencia comparativa revelan que ciertas estructuras y procesos cerebrales involucrados en la creatividad animal, como la resolución de problemas en aves, son conservados entre las especies.⁹⁵ La comprensión de esas vías neuronales puede proporcionar insights sobre cómo los cerebros humanos facilitan el pensamiento creativo.⁹⁶ Al estudiar y emular esos mecanismos, investigadores y educadores podrían desarrollar mejores estrategias para fomentar la creatividad humana.

ÉTICA

ETI1	Identificar y describir conceptos éticos, derechos y responsabilidades.
ETI2	Tomar decisiones éticas y defender los derechos de los demás.
ETI3	Comprender y demostrar compasión por las perspectivas de los otros.
ETI4	Reconocer e implementar su propio código moral.
ETI5	Contribuir en grupos o comunidades más grandes.

Diversos comportamientos documentados sugieren lo que muchos valorarían como el surgimiento de consideraciones éticas entre los animales para promover la cohesión social y la cooperación. Los murciélagos vampiros, por ejemplo, exhiben una forma de altruismo recíproco al regurgitar sangre para compartirlo con los miembros del grupo que no lograron encontrar alimento, fomentando la cooperación y manteniendo la cohesión del grupo.⁹⁷

94. Kaufman, A. B., Butt, A. E., Kaufman, J. C. y Colbert-White, E. N. (2011). Towards a neurobiology of creativity in nonhuman animals. *Journal of Comparative Psychology*, 125(3), 255-272. <https://doi.org/10.1037/a0023147>

95. Willemet, R. (2013). Reconsidering the evolution of brain, cognition, and behavior in birds and mammals. *Frontiers in Psychology*, 4, Article 396. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00396>

96. Wiggins G. A., Tyack P., Scharff C. y Rohrmeier M. (2015) The evolutionary roots of creativity: mechanisms and motivations. *Philosophical Transactions, The Royal Society of Biology*, 370: 20140099. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2014.0099>

97. Wilkinson, G. S. (1984). Reciprocal food sharing in the vampire bat. *Nature*, 308(5955), 181-184. <https://doi.org/10.1038/308181a0>

Insectos sociales, como hormigas y abejas, muestran una división de trabajo y cooperación en sus colonias, muchas veces sacrificando la reproducción individual en pos del grupo.⁹⁸ Primates, como bonobos y chimpancés, también presentan comportamientos que se asemejan a la empatía, reconciliación y cooperación, indicativos de inclinaciones éticas en grupos sociales.⁹⁹

Son abundantes los estudios sobre reciprocidad mutua en animales y muestran que “hongos, plantas, peces, pájaros, ratones y primates refuerzan el beneficio mutuo alterando contingentemente sus inversiones cooperativas con base en los retornos cooperativos”.¹⁰⁰ Este concepto se alinea con principios éticos como justicia, cooperación y la conducta hacia los demás de la manera en que nos gustaría ser tratados, por lo general encapsulados en la llamada “regla de oro”. La reciprocidad suele ser vista como un aspecto fundamental del comportamiento ético y constituye la base de muchas normas morales y culturales humanas. La ética animal puede ser diferente de la humana; sin embargo, muchos estudios documentan comportamientos que se alinean con los principios de cooperación, justicia, empatía, reciprocidad y altruismo.¹⁰¹ Es importante ser cautelosos al equiparar tales conductas a la ética humana, ya que los comportamientos de los animales suelen ser motivados por presiones evolutivas y pueden no involucrar consideraciones morales en el sentido humano. Desde la perspectiva evolutiva, los comportamientos éticos, como la empatía, suelen ser útiles solo cuando dirigidos hacia los miembros inmediatos del grupo/familia. Los lobos, por ejemplo, no demuestran empatía hacia los perros, aunque también son caninos. Como en los animales, la ética humana tiene como base las presiones sociales y

98. Wilson, E. O. (1971). *The insect societies*. Harvard University Press.

99. de Waal, F. B. de (1996). *Good natured: The origins of right and wrong in humans and other animals*. Harvard University Press.

100. Carter, G. (2014). The reciprocity controversy. *Animal Behavior and Cognition*, 1(3), 368-386. doi: 10.12966/abc.08.11.2014. https://www.animalbehaviorandcognition.org/uploads/journals/3/11.Carter_FINAL.pdf

101. Brosnan S. F. y de Waal F. B. (2014). Evolution of responses to (un)fairness. *Science*, 346(6207):1251776. doi: 10.1126/science.1251776. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4451566/>

ambientales. Sin embargo, por su condición de animales capaces de razonamientos complejos, los seres humanos tienen una responsabilidad mayor de actuar éticamente con todas las especies. Por estas razones, es importante relativizar las cuestiones de ética en el reino animal.

- **Altruismo en monos vervet:** un estudio dirigido por el primatólogo holandés Frans de Waal (1948-2024) en el final de la década de 1980 documentó que los monos vervet se negaban a dar choques eléctricos a otros miembros del grupo, aun cuando eso les permitiría tener acceso a alimentos. Esta conducta fue interpretada como evidencia de altruismo. (ETI2 y ETI3)
- **Empatía en ratas:** un estudio publicado en la revista *Science* en 2011 por la neurocientífica Inbal Ben-Ami Bartal y otros autores mostró que las ratas presentaban un comportamiento empático. Trabajaban para liberar a sus compañeros detenidos en un dispositivo de contención, aun cuando en lugar de eso podrían haber obtenido una recompensa alimentaria. (ETI3 y ETI5)
- Murciélagos vampiros demuestran reciprocidad compartiendo sangre como alimento con compañeros de nido menos afortunados, con la expectativa de que el favor sea retribuido en el futuro.¹⁰² El investigador estadounidense Gerald Wilkinson, en la década de 1980,¹⁰³ descubrió que esa actitud no era indiscriminada sino dirigida a individuos que también habían compartido alimentos con ellos en el pasado. (ETI3 y ETI5)

Comprender y valorar los comportamientos éticos en otras especies trae profundas implicancias éticas para las interacciones humanas con el mundo natural, desafiando nuestro antropocentrismo tradicional, la visión centrada en el ser hu-

102. Carter G. y Wilkinson G. (2013). Does food sharing in vampire bats demonstrate reciprocity? *Communicative and Integrative Biology*, 6(6):e25783. doi: 10.4161/cib.25783. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3913674/>

103. Wilkinson, G. S. (1990). Food sharing in vampire bats. *Scientific American*, 262(2), 76-83. <http://www.jstor.org/stable/24996685>

mano que frecuentemente sostiene decisiones ecológicas.¹⁰⁴ Ese razonamiento también exige reevaluar nuestras prácticas y consideraciones éticas en áreas como la caza, conservación, contaminación y bienestar animal.¹⁰⁵ La conducta ética debe extenderse a la protección de los hábitats, minimizando las perturbaciones y asegurando un tratamiento humanizado en el cautiverio.¹⁰⁶ El reconocimiento de la ética en los animales refuerza la idea de que todos los seres sintientes merecen consideración y respeto.

METACOGNICIÓN Y METAEMOCIÓN

“Solo sé que no sé nada”. – Sócrates

MET1	Adaptarse con flexibilidad para atender las necesidades específicas de cada situación.
MET2	Reflexionar sobre procesos, aprendizaje e identidad.
MET3	Comprender las emociones y reacciones propias.
MET4	Reconocer y coordinar el cuerpo propio y sus necesidades.
MET5	Definir metas y planes para alcanzarlas y analizar el progreso propio.
MET6	Monitorear la comprensión y administrar la información adecuadamente.
MET7	Evaluar las acciones propias y sus consecuencias.
MET8	Tener en cuenta otros puntos de vista.
MET9	Reconocer, involucrarse y empatizar con las emociones de los demás.
MET10	Cultivar la positividad, la paciencia y la compasión.

La **metacognición** –la capacidad de pensar sobre el pensamiento propio– generalmente es considerada una característica exclusivamente humana, pero se observan destellos de autoconsciencia y evaluación cognitiva en el reino animal. Algunos animales presentan la “teoría de la mente”, la capacidad de atribuir estados

104. Waal, F. B. de (2016). ¿Tenemos suficiente inteligencia para entender la inteligencia de los animales? Tusquets.
105. Bekoff, M. y Pierce, J. (2018). Agenda para la cuestión animal: Libertad, compasión y coexistencia en la era humana. Akal.
106. Regan, T. (2004). *The case for animal rights*. University of California Press.

mentales a sí mismos y a los demás.¹⁰⁷ Los monos, como los chimpancés, demuestran una comprensión de las perspectivas e intenciones de los otros, lo que indica una forma rudimentaria de metacognición.¹⁰⁸ Los delfines y elefantes tienen comportamientos que sugieren el autorreconocimiento, como el uso de espejos para inspeccionar partes de sus cuerpos que, de otra forma, estarían ocultas.¹⁰⁹ Los delfines también participaron en experimentos en los que fueron entrenados para indicar su confianza en sus propias respuestas a tareas basadas en la memoria y ajustaron sus respuestas con base en el nivel de certeza, revelando una conciencia de los procesos cognitivos.¹¹⁰ De la misma manera, los arrendajos muestran evidencias de toma de decisiones informadas basadas en su incertidumbre sobre la ubicación de escondites de alimentos.¹¹¹

Estos ejemplos destacan cómo ciertos animales poseen capacidades cognitivas que involucran el monitoreo de sus propios procesos mentales o la comprensión de los estados mentales de los demás. Aunque la metacognición humana sea considerada más avanzada, estos elementos de autoconsciencia en el reino animal sugieren que la capacidad de introspección y comprensión de los propios estados cognitivos no es exclusiva de los seres humanos.

- **Monos rhesus:** en un estudio publicado en el *Journal of Experimental Psychology* en 1995, los investigadores J. David Smith,

107. Zeiträg, C. y Jacobs, I. (2021). Animal Behaviour: The elusive perspective of a food thief. *eLife*, 10, e74048. <https://elifesciences.org/articles/74048>; Premack, D. y Woodruff, G. (1978) Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1, 515-526. <https://www.cambridge.org/core/journals/behavioral-and-brain-sciences/article/does-the-chimpanzee-have-a-theory-of-mind/1E96B02CD9850016B7C93BC6D2FEF1D0>

108. Call, J. y Tomasello, M. (2008). Does the chimpanzee have a theory of mind? 30 years later. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(5), 187-192. https://www.eva.mpg.de/documents/Elsevier/Call_Does_TrendsCogSci_2008_1554401.pdf

109. Reiss, D. y Marino, L. (2001). Mirror self-recognition in the bottlenose dolphin: A case of cognitive convergence. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(10), 5937-5942. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.101086398>

110. Smith, J. D., Shields, W. E. y Washburn, D. A. (1995). The comparative psychology of uncertainty monitoring and metacognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 18(2), 269-270. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14968691/>

111. Clayton, N. S. y Dickinson, A. (1998). Episodic-like memory during cache recovery by scrub jays. *Nature*, 395(6699), 272-274. <https://doi.org/10.1038/26216>

Daniel J. Schull, Valerie A. Strote y Kristina R. McGee mostraron que los monos rhesus pueden presentar una forma de metacognición. Estos fueron sometidos a diversas pruebas cognitivas y tenían la opción de negarse a hacerlas si no estaban seguros de la respuesta. Los monos optaron por rechazar con más frecuencia cuando los tests eran difíciles o ambiguos, sugiriendo alguna conciencia de sus propios procesos cognitivos.¹¹²

- **Pájaros:** se ha sugerido que algunas aves, como el arrendajo occidental, presentan formas de metacognición. En un estudio publicado en la revista *Nature* en 2003, la psicóloga y profesora británica Nicola S. Clayton, junto a colaboradores, mostraron que el arrendajo occidental es capaz de recordar qué, dónde y cuándo almacenó alimentos, lo que sugiere que su memoria puede ser del tipo episódica, íntimamente relacionada con la metacognición.

Estos descubrimientos sobre la metacognición animal proporcionan valiosos insights sobre las raíces evolutivas de los procesos metacognitivos y pueden ayudarnos a entender cómo esos mecanismos cognitivos se desarrollaron en los humanos.¹¹³ La cognición comparativa y la biología evolutiva sugieren que el modo en que los animales lidian con la incertidumbre,¹¹⁴ evalúan su propio conocimiento y ajustan el comportamiento según ese conocimiento puede brindar información sobre las ventajas adaptativas de la metacognición. Estos hallazgos también apoyan la idea de que los procesos metacognitivos pueden haber evolucionado gradualmente en respuesta a presiones selectivas, creando una base para la metacognición más sofisticada observada en seres humanos.

112. Hampton, R. R. (2001). Rhesus monkeys know when they remember. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(9), 5359-5362. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11274360/>

113. Beran, M. J., Parrish, A. E., et al. (2014). Comparative cognition: Past, present, and future. *International journal of comparative psychology/ ISCP*; sponsored by the International Society for Comparative Psychology and the University of Calabria, 27(1), 3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4239033/>

114. Smith, J. D., Shields, W. E. y Washburn, D. A. (1995). The comparative psychology of uncertainty monitoring and metacognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 18(2), 265-266. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14968691/>

La **metaemoción**, o la conciencia del propio estado físico y emocional en el momento presente, es frecuentemente asociada a las prácticas humanas. El término análogo *mindfulness* tiene raíces en la psicología y en diversas tradiciones espirituales. En animales, la atribución de *mindfulness* es un poco complicada, ya que se trata de un atributo cognitivo complejo que requiere autoconsciencia y reflexión, y todavía existe un debate sobre hasta qué punto los animales poseen esas cualidades. Sin embargo, en el reino animal se observan estados que podrían ser comparados a los componentes de la metaemoción en seres humanos. Dichos comportamientos por lo general se asocian a una mayor atención al momento presente y al ambiente durante la realización de tareas específicas. Las nutrias, por ejemplo, exhiben comportamientos conscientes durante la búsqueda de alimentos, ya que persiguen meticulosamente a sus presas bajo el agua y siguen en sintonía con su entorno.¹¹⁵

Muchos predadores demuestran intensa concentración y calma mientras observan sus alrededores o persiguen a sus presas. La atención concentrada, la inmovilidad, el silencio y la paciencia necesarios para esas actividades se asemejan al aspecto de conciencia concentrada del *mindfulness*. Los leones son conocidos por su paciencia y atención concentrada durante las cacerías. Suelen pasar horas observando con calma a sus presas en posiciones ocultas antes de lanzar un ataque coordinado.¹¹⁶ Los leopardos de las nieves, cazadores esquivos y solitarios, son maestros en la atención concentrada. Persiguen a sus presas silenciosamente, mezclándose con el ambiente y aguardando el momento perfecto para atacar.¹¹⁷ Los cocodrilos son predadores de emboscada que muestran una paciencia extraordinaria. Es-

115. Kalan, A. K. (2006). Observations on the ecology of the giant otter *Pteronura brasiliensis* in the Llanos of Venezuela. *IUCN Otter Specialist Group Bulletin*, 23(1), 16-22. https://www.persee.fr/doc/revec_0249-7395_1980_num_34_4_4073

116. Schaller, G. B. (1972). *The Serengeti lion: A study of predator-prey relations*. University of Chicago Press.

117. McCarthy, T. y Chapron, G. (2003). *Snow leopard survival strategy*. Seattle: International Snow Leopard Trust. http://www.catsg.org/fileadmin/filessharing/3.Conservation_Center/3.4._Strategies_Action_Plans/Snow_leopard/McCarthy_et_al_2003_Snow_leopard_survival_strategy.pdf

peran en silencio cerca del margen del agua, completamente inmóviles, observando a las potenciales presas y concentrando su atención en sus blancos.¹¹⁸

Los elefantes representan un caso particularmente convincente de los componentes de la metaemoción en mamíferos no humanos. Conocidos por sus fuertes vínculos sociales y su aparente inteligencia emocional, exhiben diversos comportamientos que sugieren una conciencia del entorno y de las emociones, incluyendo la atención y la sensibilidad ante los estados emocionales de otros elefantes del grupo.¹¹⁹ Investigadores documentaron elefantes acercándose y tocando gentilmente el cuerpo de una matriarca fallecida, en señal de pesar y angustia. Esa conducta sugiere una comprensión de la muerte y la capacidad de sentir empatía por los estados emocionales de otros elefantes.¹²⁰

A medida que avancen las investigaciones sobre la cognición animal y las bases evolutivas de la cognición humana, es probable que descubramos, cada vez más, que la capacidad de conciencia enfocada, la inteligencia emocional y otros aspectos de la metaemoción tienen raíces evolutivas vinculadas a las ventajas adaptativas de esos comportamientos.

COMPETENCIAS EN EL MUNDO NO ANIMAL: PLANTAS Y HONGOS

Como todas las formas de vida exitosas, las plantas y los hongos desarrollaron comportamientos adaptativos para garantizar la supervivencia y demostrar resiliencia en las capacidades de adaptación y supervivencia. Sin embargo, el aumento de las investigaciones en el mundo de las plantas y los hongos brinda evidencias de que, aunque esos organismos pueden no poseer

118. Dinets, V. (2015). Nocturnal behavior of American alligator (*Alligator mississippiensis*) and Spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the Rupununi Savanna, Guyana. *Herpetology Notes*, 8, 171-175.

119. McComb, K., Baker, L., Moss, C. y Durant, S. M. (2011). African elephants show high levels of interest in the bones of their own kind. *Biology Letters*, 7(5), 829-832. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17148317/>

120. Douglas-Hamilton, I., Bhalla, S., Wittemyer, G. y Vollrath, F. (2006). Behavioural reactions of elephants towards a dying and deceased matriarch. *Applied Animal Behaviour Science*, 100(1-2), 87-102. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.04.014>

“competencias” en el sentido tradicional, participan en formas fascinantes de colaboración y comunicación por medio de la señalización química que beneficia tanto a los organismos como a sus ecosistemas. Las maneras sofisticadas a través de las cuales las plantas y los hongos interactúan dentro de los ecosistemas y entre ellos demuestran su capacidad de adaptarse y prosperar por medio de relaciones ecológicas complejas.

Un ejemplo notable son las redes micorrízicas formadas entre los árboles y los hongos micorrízicos. Árboles como los abetos de Douglas colaboran con los hongos en una relación mutuamente beneficiosa. Los árboles les proveen los azúcares producidos por medio de la fotosíntesis y, a cambio, los hongos aumentan la capacidad de absorción de nutrientes del árbol, extendiendo sus redes de hifas para transportar agua y nutrientes, incluso minerales esenciales, del suelo hacia las raíces del árbol.¹²¹

Las plantas también se comunican por medio de señales químicas. Cuando son atacadas por herbívoros, pueden liberar compuestos orgánicos volátiles en el aire para alertar a las plantas vecinas sobre la amenaza inminente. Esa “charla” entre plantas, conocida como volátiles de plantas inducidos por herbívoros (VPI-Hs), puede hacer que las plantas vecinas produzcan sustancias químicas defensivas para detenerlos.¹²²

La alelopatía es otra manera de comunicación química entre las plantas. Algunas liberan sustancias químicas en el suelo que inhiben el crecimiento de plantas competidoras cercanas. El nogal negro (*Juglans nigra*), por ejemplo, secreta la sustancia química juglona, que puede inhibir el crecimiento de otras plantas alrededor, dándole una ventaja competitiva.¹²³

121. Simard, S. W., Perry, D. A., Jones, M. D., Myrold, D. D., Durall, D. M. y Molina, R. (1997). Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature*, 388(6642), 579-582. <https://courses.cit.cornell.edu/econ6100/Simard1997.pdf>

122. Dicke, M. y Baldwin, I. T. (2010). The evolutionary context for herbivore-induced plant volatiles: beyond the ‘cry for help’. *Trends in Plant Science*, 15(3), 167-175. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20047849/>

123. Rice, E. L. (1984). *Allelopathy*. 2nd edition. Academic Press.

CONCLUSIÓN

La exploración de los fundamentos evolutivos de las competencias humanas echa luz sobre la notable continuidad entre el reino animal y nosotros mismos.¹²⁴ *Aunque los humanos posean manifestaciones únicas y complejas de pensamiento crítico, creatividad, colaboración, comunicación, curiosidad, coraje y resiliencia, podemos rastrear los orígenes de esas habilidades desde la base de la historia evolutiva.* Al establecer paralelismos con los comportamientos y rasgos observados en los animales, podemos profundizar nuestra comprensión de estos aspectos fundamentales de la naturaleza humana y obtener una mayor apreciación de la intrincada red de vida en el planeta. Reconocer y apreciar las raíces evolutivas de nuestras competencias puede inspirarnos a cultivar y aprovechar esas cualidades para afrontar los desafíos complejos de nuestro mundo y fomentar una coexistencia más armoniosa con otras especies.

La siguiente tabla presenta un resumen de las características descriptas anteriormente:

EVIDENCIA FUERTE	Algunas excepciones pueden ocurrir cuando resulta apropiado
EVIDENCIA MEDIANA	Algunas excepciones pueden ocurrir cuando resulta apropiado
EVIDENCIA DÉBIL	Algunas excepciones pueden ocurrir cuando resulta apropiado
AÚN NO ESTUDIADO	Algunas excepciones pueden ocurrir cuando resulta apropiado
AUSENTE	Algunas excepciones pueden ocurrir cuando resulta apropiado

Fuente: CCR.

124. Buss, D. M. (2009). *Evolutionary Psychology: The New Science of the Mind*. Pearson Education.

	Hongos/plantas y animales						
	Plantas y hongos	Insectos sociales	Tiburones	Cefalópodos	Pájaros	Mamíferos no humanos	Humanos
Metaemoción							
Metacognición		Estrategias de aprendizaje	Consciencia	Autoconsciencia rudimentaria		Autoconsciencia rudimentaria y teoría de la mente	
Ética		Altruismo				Altruismo y equidad	
Coraje							
Creatividad	Químico						
Pensamiento crítico	Solución de problemas y “razonamiento” espacial	Evaluación y “razonamiento” espacial	Cooperación		Resolución de problemas	Resolución de problemas	
Curiosidad	Químico	Explotación	Novedad				
Colaboración	“Web en toda la selva”	Espíritu de colmena	Cooperación	Solitario			
Comunicación	“No puedes no comunicarte” (Gregory Bateson)						
Resiliencia							
	La presión evolutiva para sobrevivir genera estrés = Dolor/Placer → genera MIEDO/alegría → Obliga al desarrollo de medidas adaptativas (agresión, avaricia, etc.)						

Al trazar paralelismos entre las adaptaciones biológicas y el desarrollo de competencias, obtenemos percepciones fundamentales para aumentar la empatía humana por medio de la humildad. Dichas percepciones desafían las nociones de excepcionalismo humano, promoviendo una perspectiva más inclusiva y respetuosa con relación a otros seres. El reconocimiento de las raíces evolutivas de las competencias en especies no humanas incentiva a los seres humanos a entender que son parte de una red ecológica mayor. La empatía que cultivamos por otras criaturas vivas puede extenderse a nuestras propias relaciones sociales y nuestro bienestar, y contribuir al desarrollo de un mundo más inclusivo y compasivo. Uno de los objetivos finales de reconocer la sabiduría y las capacidades cognitivas inherentes al mundo natural es luchar por un futuro en el que la empatía y la humildad orienten nuestras interacciones con todos los seres, además de entender y aceptar mejor otras formas de inteligencia, incluso inteligencias no orgánicas, como la IA.

Teorías de Sabiduría

“Concédeme la serenidad para aceptar todo aquello que no puedo cambiar, el valor para cambiar lo que soy capaz de cambiar y la sabiduría para entender la diferencia”.

Atribuido a Reinhold Niebuhr

Aunque el concepto de sabiduría pueda parecer amorfo, existen diversos modelos bien testeados que definen qué es y además proveen métricas para medirla. Sin embargo, esas estructuras, incluso las más recientes, no son utilizadas en la Educación. La estructura 4D del Center for Curriculum Redesign (CCR) ofrece un camino para la activación de esas estructuras de la sabiduría. Primero, discutiremos las estructuras existentes y después las mapearemos para la estructura 4D.

Desde el final de la década de 1970, los investigadores se han dedicado a desarrollar sistemáticamente un modelo de sabiduría en el contexto de la investigación psicológica. Ese trabajo dio lugar a diferentes modelos de sabiduría, ilustrando sus componentes y funcionamiento.¹²⁵ Los primeros modelos, como el trabajo del psicólogo estadounidense Robert Sternberg,¹²⁶ brindaron la base para un abordaje más sistemático y empírico para la comprensión de la sabiduría en la psicología y contribuyeron al entendimiento de la sabiduría como un concepto complejo que integra dimensiones cognitivas, emocionales y morales.¹²⁷ El modelo tridimensional de la socióloga e investigadora estadounidense Monika Ardelt¹²⁸ introdujo dimensiones reflexivas y afectivas, además de las dimensiones cognitivas, inspirando estudios empíricos que analizan esos componentes y su relación con el bienestar. La investigación del equipo de los psicólogos alemanes Paul Baltes y Ursula Staudinger sobre sabiduría, virtud

125. Por ejemplo: Clayton, Vivian P. y James E. Birren. (1980). "The Development of Wisdom Across the Life-Span: A Re-Examination of an Ancient Topic." In: P. B. Baltes y O. G. Brim, Jr. (Eds.), *Life-span Development and Behavior* (pp. 103-135). Nueva York: Academic Press; Kekes, John. (1997). *Moral Wisdom and Good Lives*. Ithaca, NY: Cornell University Press; Meacham, Jon A. (1983). "Wisdom and the context of knowledge: Knowing that one doesn't know." In: D. Kuhn y J. A. Meacham (Eds.), *On the Development of Developmental Psychology* (pp. 111-134). Basel: Karger.

126. Sternberg, R. J. (1985). Implicit Theories of Intelligence: Creativity and Wisdom. *Journal of Personality and Social Psychology*, 49, 607-627; Sternberg, R.J. (Ed.) (1990). *Wisdom: Its Nature, Origins, and Development*. Nueva York, NY: Cambridge University Press.

127. Sternberg, Robert J. y J. Jordan. (Eds.) (2005). *Handbook of Wisdom: Psychological Perspectives*. Nueva York: Cambridge University Press.

128. Ardelt, Monika (2004). Wisdom as Expert Knowledge System: A Critical Review of a Contemporary Operationalization of an Ancient Concept. *Human Development*, 47(5), 257-285. <https://doi.org/10.1159/000079154>

y envejecimiento¹²⁹ resultó en el Modelo de Sabiduría de Berlín, que sigue siendo uno de los modelos más testeados empíricamente¹³⁰ y se concentra en los procesos cognitivos y en el conocimiento relacionado con la sabiduría.

Entre las estructuras existentes, la Teoría del Equilibrio de la Sabiduría, de Sternberg, el Modelo de Sabiduría de Berlín, de Baltes, y el Modelo Tridimensional de Sabiduría, de Ardelt, fueron particularmente influyentes¹³¹ en la formación de la comprensión contemporánea de la sabiduría en todas las disciplinas, proveyendo estructuras para la investigación empírica y vinculando la sabiduría a varios dominios de la vida humana (aunque esos modelos no hayan sido universalmente aceptados en su totalidad). La Teoría del Equilibrio, de Sternberg, por medio del énfasis en el equilibrio entre intereses intrapersonales, interpersonales y extrapersonales, fue influyente en la conexión de distintos aspectos de la sabiduría. El Modelo de Berlín, de Baltes, profundizó ese trabajo al conceptualizar la sabiduría como una forma de sistema de conocimiento especializado relativo a la cuestión pragmática fundamental de la vida. El modelo sirvió de base para muchos estudios posteriores y ayudó a moldear la comprensión científica de la sabiduría. La crítica de Ardelt al primero contribuyó a expandir la comprensión de la sabiduría más allá de los procesos cognitivos, hacia las dimensiones reflexivas y afectivas. Todos estos modelos establecidos fundamentan el estudio continuo de la

129. Baltes, P. B., J. Smith, J. y U. M. Staudinger. (1992). "Wisdom and successful aging." In: T. B. Sonderegger (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation* 39, 123-167. Lincoln: University of Nebraska Press; Baltes, P.B. y Ursula M. Staudinger. (2000). Wisdom: A Meta-heuristic (Pragmatic) to Orchestrate Mind and Virtue Toward Excellence. *American Psychologist*, 55, 122-136.

130. Mickler Charlotte y Ursula M. Staudinger. (2008). Personal Wisdom: Validation and Age-Related Differences of a Performance Measure. *Psychology and Aging*, 23(4), 787-99. doi: 10.1037/a0013928. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19140650/>; Staudinger, Ursula M. y Judith Glück. (2011). Psychological Wisdom Research: Commonalities and Differences in a Growing Field. *Annual Review of Psychology*, 62(1), 215-241. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.psych.121208.131659>.

131. Dong, M., Weststrate, N. M. y Fournier, M. A. (2023). Thirty Years of Psychological Wisdom Research: What We Know About the Correlates of an Ancient Concept. *Perspectives on Psychological Science*, 18(4), 778-811. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/17456916221114096>

sabiduría y los nuevos abordajes que surgieron en los últimos años, como la reciente Escala de Sabiduría de San Diego.

TEORÍA DEL EQUILIBRIO DE LA SABIDURÍA

La Teoría del Equilibrio de la Sabiduría, de Sternberg, postula que la sabiduría es la capacidad de hacer juicios y tomar decisiones sensatas que buscan un bien común, equilibrando distintos intereses y perspectivas.¹³² De acuerdo con esta estructura, la sabiduría abarca la integración de tres elementos fundamentales: los valores de un individuo, su conocimiento tácito y el contexto situacional en el que se toma la decisión. La Teoría del Equilibrio enfatiza que una decisión sabia debe conciliar los propios intereses con los de los demás y, a su vez, integrarlos a consideraciones sociales más amplias.

Sternberg sugiere que las personas sabias equilibran los intereses intrapersonales, interpersonales y extrapersonales para alcanzar un bien común. Dicho equilibrio se alcanza a través de la aplicación del conocimiento tácito, que es el conocimiento adquirido por medio de experiencias de vida y no de la Educación formal. La teoría de Sternberg subraya que la sabiduría no se limita solo a habilidades cognitivas o de resolución de problemas, sino que representa una forma más amplia y adaptativa de inteligencia que considera valores y busca un equilibrio armonioso entre los intereses concurrentes.

Aunque la teoría de Sternberg fue innovadora en su época, ha sido objeto de críticas y debates en la comunidad científica. Monika Ardelt, por ejemplo, argumenta que esa teoría no abarca toda la complejidad del concepto de sabiduría.¹³³ En su análisis de cinco medidas diferentes de sabiduría, la psicóloga alemana Judith Glück y su equipo concluyeron que la teoría de Sternberg era una de las menos respaldadas en términos de

132. Sternberg, Robert J. (1998). A Balance Theory of Wisdom. *Review of General Psychology*, 2, 347-365.

133. Ardelt, M. (2004). Wisdom as Expert Knowledge System: A Critical Review of a Contemporary Operationalization of an Ancient Concept. *Human Development*, 47(5), 257-285. <https://doi.org/10.1159/000079154>

confiabilidad y validez. La conclusión de Glück, según la cual la estructura de tres factores de la teoría no se replicó de modo consistente en los estudios empíricos, también es repetida por otros investigadores.¹³⁴

MODELO DE SABIDURÍA DE BERLÍN

El Modelo de Sabiduría de Berlín, formulado por Paul B. Baltes y su equipo, define la sabiduría como una amalgama de elementos cognitivos, reflexivos y afectivos que, en conjunto, fomentan una comprensión profunda de la vida humana.¹³⁵ Ellos afirman que la sabiduría trasciende las capacidades cognitivas y es inestimable tanto a nivel personal como social. El modelo comprende cinco criterios: conocimiento factual amplio sobre las facetas de la vida, conocimiento procedimental para lidiar con los desafíos, comprensión de la vida como una interacción dinámica de diversos contextos, apreciación de la pluralidad de valores entre culturas, y habilidad para reconocer y gestionar la incertidumbre y la ambigüedad.

Este modelo sintetiza la sabiduría como un atributo multifacético que engloba un rico reservorio de conocimiento sobre la vida y estrategias para transitarla. Enfatiza la importancia de reconocer la naturaleza de la vida humana orientada por el contexto, respetando la diversidad de valores y creencias y desarrollando la perspicacia para lidiar con las incertidumbres y ambigüedades inherentes a la vida. El Modelo de Berlín establece que la sabiduría es más que solo inteligencia, destacando su compleja integración de conocimiento, reflexión y comprensión ante los desafíos de la vida.

Aunque el Modelo de Berlín de sabiduría haya sido influyente en el estudio de la sabiduría, también fue criticado. Algunos investigadores sostienen que el modelo puede ser muy amplio y ca-

134. Glück, J., König, S., Naschenweng, K., Redzanowski, U., Strasser, I. y W. Wiedermann. (2013). How to measure wisdom: Content, reliability, and validity of five measures. *Frontiers in Psychology*, 4, 42087. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00405>; Grossmann I. y Kross E. (2014). Exploring Solomon's paradox: self-distancing eliminates the self-other asymmetry in wise reasoning about close relationships in younger and older adults. *Psychological Science*, 25(8), 1571-80. doi: 10.1177/0956797614535400.

135. Baltes, P. B. y Staudinger, U.M. (2000). Wisdom. *American Psychologist*, 55(1), 122-136. https://library.mpib-berlin.mpg.de/ft/pb/PB_Wisdom_2000.pdf

recer de especificidad,¹³⁶ mientras que otros, incluso Kunzmann y Baltes,¹³⁷ argumentan que puede poner un énfasis excesivo sobre los aspectos cognitivos de la sabiduría en detrimento de las dimensiones afectivas e interpersonales y de la conducta prosocial.¹³⁸

MODELO TRIDIMENSIONAL DE SABIDURÍA

El Modelo Tridimensional de Sabiduría, de Monika Ardelt, es una estructura influyente que amplía la comprensión de la sabiduría al conceptualizarla de modo multifacético. El modelo se construye en tres dimensiones interrelacionadas: cognitiva, reflexiva y afectiva.¹³⁹ Este modelo ve el aspecto cognitivo como más que un mero conocimiento factual, enfatizando la apreciación de las complejidades de la vida y la búsqueda de una comprensión más profunda. Junto a ese componente intelectual, la dimensión reflexiva promueve la introspección, la empatía y la capacidad de ver la vida desde distintas perspectivas. El aspecto afectivo destaca los elementos emocionales y morales de la sabiduría, abarcando cualidades como la compasión y la empatía y enfatizando el sentido compartido de humanidad.

El modelo de Ardelt resalta la necesidad de equilibrar e integrar estas tres dimensiones. Al unir las, ofrece un concepto multifacético que reconoce que la sabiduría no se limita solo a las capacidades intelectuales, sino que también involucra la comprensión de cómo nos sentimos, pensamos y actuamos.¹⁴⁰ Este modelo es utilizado

136. Grossmann I. y Kross E. (2014). Exploring Solomon's paradox: self-distancing eliminates the self-other asymmetry in wise reasoning about close relationships in younger and older adults. *Psychological Science*, 25(8), 1571-80. doi: 10.1177/0956797614535400.

137. Kunzmann, U. y Baltes, P. B. (2003). Wisdom-related knowledge: Affective, motivational, and interpersonal correlates. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29(10), 1104-1119. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15189607/>

138. Ardelt, M. (2003). Empirical Assessment of a Three-Dimensional Wisdom Scale. *Research on Aging*, 25, 275-324.

139. Ardelt, M. (2004). Where Can Wisdom Be Found? *Human Development*, 47(5), 304-307. <https://www.jstor.org/stable/26763814>

140. Ardelt, M. (2016). Disentangling the Relations Between Wisdom and Different Types of Well-Being in Old Age: Findings from a Short-Term Longitudinal Study. *Journal of Happiness Studies*, 17, 1963-1984. <https://doi.org/10.1007/s10902-015-9680-2>; Bergsma, A. y Ardelt, M. (2012). Self-Reported Wisdom and Happiness: An Empirical Investigation. *Journal of Happiness Studies*, 13, 481-499. <https://doi.org/10.1007/s10902-011-9275-5>

en investigaciones empíricas, proporcionando una visión más exhaustiva de la sabiduría que resuena tanto en las tradiciones filosóficas como en la comprensión psicológica moderna. Al considerar aspectos cognitivos, reflexivos y afectivos, ofrece una perspectiva diferenciada que capta la complejidad y la riqueza de la sabiduría.

ESCALA DE SABIDURÍA DE SAN DIEGO

El neurocientífico y psiquiatra estadounidense Dilip Jeste, junto con sus colegas de la Universidad de California, en San Diego, desarrolló la Escala de Sabiduría de San Diego (SD-WISE) como una herramienta para medir la sabiduría usando métodos empíricos. El desarrollo de esa escala fue influenciado por la integración de investigaciones existentes (por ejemplo, los modelos psicológicos de sabiduría de Baltes y Staudinger, Ardelt y Sternberg), literatura científica en psicología, neurobiología y cognición y perspectivas filosóficas sobre la sabiduría, como los trabajos de filósofos y académicos que la estudiaron en diferentes culturas y contextos históricos. Con base en esa extensa revisión de la literatura sobre la sabiduría (tanto en las perspectivas occidentales como en las orientales), el equipo de Jeste formuló un modelo de sabiduría basado en seis componentes principales: comportamientos prosociales, regulación emocional, autorreflexión, aceptación de la diversidad, capacidad de decisión y asesoramiento social. Basado en la neurociencia y en la psicología, el modelo de Jeste destaca la importancia de la sabiduría en la salud mental y el bienestar general.¹⁴¹ Sugiere que la sabiduría, al ser medible y pasible de perfeccionamiento por medio de intervenciones, tiene orígenes evolutivos relacionados con la cooperación social y la adaptabilidad. La investigación de Jeste también brinda evidencias que vinculan distintos aspectos de la sabiduría a regiones específicas del cerebro.

Las críticas al trabajo de Jeste suelen concentrarse en la base neuronal de la estructura¹⁴² y en la escasa atención prestada a la

141. Jeste, D. y LaFee, S. (2020). *Wiser: The Scientific Roots of Wisdom, Compassion, and What Makes Us Good*. Louisville, CO: Sounds True. <https://dilipjestemd.com/product/wiser>

142. Ferrari, M. y N.M. Weststrate. (Eds). (2013). *The Scientific Study of Personal Wisdom*. Londres: Springer Nature. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-7987-7>

compleja relación entre la función cerebral y la conducta.¹⁴³ El propio Jeste y otros investigadores también describen las limitaciones del uso de técnicas de neuroimagen para estudiar la sabiduría, argumentando que la base neuronal de la sabiduría puede ser afectada por distintos factores, incluyendo el ambiente y la genética.¹⁴⁴

Para poner en funcionamiento el Modelo de Sabiduría de Jeste, en 2017 se creó la Escala de Sabiduría de San Diego (SD-WISE).¹⁴⁵ La SD-WISE es un instrumento psicométrico que cuantifica la sabiduría al evaluar los seis componentes identificados en el modelo por medio de una serie de afirmaciones. Esta escala se destaca por su fundamentación en la neurociencia, lo que le confiere una base tangible para la comprensión y la medición de la sabiduría. Desagregando la sabiduría en seis componentes, ofrece una comprensión más elaborada y permite la formulación de intervenciones direccionadas al perfeccionamiento de la sabiduría. La SD-WISE tiene aplicaciones prácticas en ambientes clínicos, educativos y de investigación, sirviendo como una herramienta inestimable para evaluar y fomentar la sabiduría en el mundo contemporáneo.¹⁴⁶

El Modelo de Sabiduría de Berlín, de Baltes, y el Modelo de Sabiduría de Jeste superan a la Teoría del Equilibrio de la Sabiduría, de Sternberg, en términos de eficacia debido a sus estructuras fundamentadas empíricamente. El Modelo de Berlín delinea criterios específicos, incluyendo el conocimiento factual, el conocimiento

143. Kunzmann, U. y Baltes, P.B. (2003). Wisdom-related knowledge: Affective, motivational, and interpersonal correlates. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 29(10), 1104-1119. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15189607/>

144. Bangen K.J., Meeks T. W. y Jeste, D.V. (2013). Defining and assessing wisdom: a review of the literature. *American Journal of Geriatric Psychiatry*, 21(12),1254-66. doi: 10.1016/j.jagp.2012.11.020.

145. UC San Diego, Center for Healthy Aging. (2023). San Diego Wisdom Scale. <https://healthyaging.ucsd.edu/research/sd-wise.html>

146. Jeste, D. V., Thomas, M. L., Liu, J., Daly, R. E., Tu, X. M., Treichler, E. B. H., Palmer, B. y Lee, E. E. (2020). Is Spirituality a Component of Wisdom? Study of 1,786 Adults Using Expanded San Diego Wisdom Scale (Jeste-Thomas Wisdom Index). *Journal of Psychiatric Research*, 132, 174-181. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33126011/> ; Lee E. E., Bangen K. J., Avanzino J. A., Hou B., Ramsey M., Eglit G., Liu J., Tu X. M., Paulus, M. y Jeste, D. V. (2020). Outcomes of Randomized Clinical Trials to Enhance Social, Emotional, and Spiritual Components of Wisdom: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Psychiatry*, 77(9), 925-935. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32401284/>

procedimental y una apreciación de los contextos y valores culturales, permitiendo una medición precisa y una comprensión más exhaustiva de la sabiduría. De manera similar, el modelo de Jeste especifica componentes concretos, como comportamientos prosociales y regulación emocional. La herramienta SD-WISE no solo vincula la sabiduría a la neurociencia, sino que también permite la evaluación empírica y el desarrollo de intervenciones para fomentar la sabiduría. En contraste, la teoría de Sternberg, como es más abstracta y menos fundamentada en investigaciones empíricas, se queda corta en cuanto a la aplicabilidad práctica. Los modelos de Baltes y de Jeste, con sus criterios concretos y fundamentos empíricos, ofrecen estructuras más robustas y accionables para la comprensión y el cultivo de la sabiduría.

Teorías de Motivación

El final del siglo XX vio el surgimiento de diferentes modelos de motivación humana, muchos de los cuales aún son empleados de una forma u otra (la Pirámide de Maslow es uno de los principales ejemplos). Los tres modelos discutidos a continuación son fundacionales y abarcan la motivación desde diferentes perspectivas: la importancia de las necesidades, la motivación extrínseca y la intrínseca.

La **Pirámide de Maslow** es una estructura motivacional en psicología que sugiere una estructura jerárquica de cinco niveles de necesidades humanas, en los que los individuos son motivados a satisfacer las necesidades básicas antes de pasar a las necesidades de nivel superior.¹⁴⁷ En la base de la pirámide están las necesidades fisiológicas –los requisitos fundamentales para la supervivencia humana, como el aire, agua, comida y sueño–. Sin que esas necesidades hayan sido satisfechas, las demás son irrelevantes. Con sus necesidades fisiológicas atendidas, los individuos pueden concentrarse en el próximo nivel: las necesidades de seguridad (seguridad personal, empleo, recursos financieros, salud y un ambiente estable). El siguiente nivel es el de las necesidades de amor y pertenencia. Ese estadio enfatiza las relaciones, la amistad, la familia y la intimidad. Los seres humanos, al ser criaturas inherentemente sociales, buscan el compañerismo y el amor, muchas veces encontrando motivación en la búsqueda de esas conexiones.

El cuarto nivel, las necesidades de estima, se divide en dos categorías: la necesidad de autoestima y el deseo de respeto y reconocimiento de los demás. Involucra sentimientos de realización, dominio, independencia y estatus. Cuando estas necesidades son satisfechas, el individuo está preparado para el nivel más alto: la autorrealización. Ese ápice representa la realización del potencial del individuo, buscando el crecimiento personal, la autorrealización y las experiencias supremas. Maslow reconoció que no todos alcanzan ni obligatoriamente buscan ese nivel de autorrealización en sus vidas.¹⁴⁸

147. Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370-396. <https://doi.org/10.1037/h0054346>

148. Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality* (2a ed.) Harper & Row. <https://www.eyco.org/nuovo/wp-content/uploads/2016/09/Motivation-and-Personality-A.H.Maslow.pdf>

La **Teoría de la Expectativa**, de Victor Vroom, se concentra en los procesos cognitivos relativos a la elección, sugiriendo que los individuos son motivados a actuar de determinada manera si esperan que sus acciones tengan el resultado deseado. Ese concepto se basa en tres elementos: la expectativa (la creencia de que el esfuerzo llevará al desempeño), la instrumentalidad (la creencia de que el desempeño llevará a los resultados) y la valencia (el valor positivo o negativo atribuido a los resultados).¹⁴⁹

En otras palabras, la expectativa es la evaluación que una persona hace de la probabilidad de realizar una determinada tarea. Si un alumno cree que esforzarse más en un proyecto conducirá al éxito, por ejemplo, esa expectativa positiva puede motivarlo a trabajar más. La instrumentalidad es la conexión entre el desempeño y el resultado. Si un alumno cree que al destacarse en una tarea puede recibir una recompensa, dicha percepción fortalece su instrumentalidad. Finalmente, la valencia es la importancia o el valor que el individuo atribuye al resultado o a la potencial recompensa. Si un alumno valora mucho una recompensa, la valencia es positiva. Si no le importa la recompensa, la valencia puede ser cero o incluso negativa, cuando el resultado se percibe como indeseable.

La **Teoría de la Autodeterminación**¹⁵⁰ se concentra en cuánto de la conducta de un individuo se debe a su propia motivación (intrínseca) y autonomía. Según esta teoría, los individuos tienen tendencias innatas de crecimiento y necesidades psicológicas: competencia, autonomía y relación. La competencia se refiere a la necesidad de ser eficaz y dominar tareas, la autonomía enfatiza el deseo de controlar sus propias acciones y hacer elecciones, y la relación representa la necesidad de formar conexiones significativas y ser aceptado por los demás. Cuando esas necesidades son atendidas, los individuos

149. Vroom, V. H. (1964). *Work and motivation*. Nueva York: John Wiley & Sons.

150. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Plenum; Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

exhiben niveles más altos de motivación intrínseca, lo que conduce a un mayor aprendizaje, compromiso y bienestar.¹⁵¹

La Teoría de la Autodeterminación defiende que comprender la distinción entre motivación intrínseca y extrínseca es fundamental en la Educación. La motivación intrínseca está asociada a la mejor comprensión, al desempeño académico y a la persistencia en actividades relacionadas con las instituciones educativas.¹⁵² Por otro lado, la motivación extrínseca puede perjudicar el aprendizaje al minar la motivación intrínseca, resultando en la disminución del interés, la creatividad y la capacidad de solucionar problemas.¹⁵³

Los motivadores extrínsecos tradicionales, como calificaciones, distinciones y caminos rígidos hacia el éxito, se vuelven menos eficaces ante la diversidad de planes de carrera, del mercado de trabajo temporario y de la promesa (cada vez menor) de seguridad en el empleo a largo plazo en profesiones convencionales.¹⁵⁴ Ese cambio se agrava por la omnipresencia de gratificaciones digitales instantáneas, en las que recompensas como “likes”, “comparticiones” y otros reconocimientos digitales muchas veces superan las recompensas más lentas y a largo plazo de los logros educativos.¹⁵⁵ Esto representa varios riesgos: depender mucho de motivadores extrínsecos en declinación puede reducir el compromiso del alumno, llevar a la disminución de la pasión por el aprendizaje y a un posible au-

151. Niemiec, C. P. y Ryan, R. M. (2009). Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7(2), 133-144. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1477878509104318>

152. Deci, E. L. y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01

153. Deci, E. L., Koestner, R. y Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627-668. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>

154. Pink, D. H. (2009). *Drive: The surprising truth about what motivates us*. Nueva York: Riverhead Books.

155. Twenge, J. M. y Campbell, W. K. (2018). Associations between screen time and lower psychological well-being among children and adolescents: Evidence from a population-based study. *Preventive Medicine Reports*, 12, 271-283. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30406005/>

mento del desinterés académico o del *burnout*.¹⁵⁶

Sin embargo, la motivación extrínseca sigue influyendo significativamente en el desempeño de los alumnos. Para los alumnos de la Enseñanza Primaria y de la Enseñanza Secundaria, son fuentes importantes de motivación extrínseca las calificaciones, los elogios de profesores y compañeros, premios o el reconocimiento en asambleas escolares y recompensas tangibles, como certificados, medallas o incluso pequeños premios por realizaciones. Además, las expectativas y el feedback de la familia muchas veces desempeñan un rol fundamental en la formación de la motivación del alumno para tener un buen desempeño académico.¹⁵⁷ Recompensas extrínsecas, como becas, siguen teniendo un papel fundamental en la motivación de los alumnos para tareas y marcos específicos después de terminar los estudios, sobre todo en ambientes académicos estructurados, como la obtención de diplomas avanzados. Los estudios comprueban la importancia continua de factores extrínsecos –desde oportunidades de empleo y ganancias potenciales hasta estatus y estabilidad– para influir en las elecciones y la permanencia en la Enseñanza Superior, indicando que esos factores externos pueden efectivamente llevar a los alumnos a obtener calificaciones avanzadas.¹⁵⁸

Con estos hallazgos y su posible impacto en mente, es importante observar que si los sistemas educativos no se adaptan y siguen dependientes de estructuras motivacionales perimidas corren el riesgo de alienar a generaciones de alumnos que perciben a los sistemas educativos actuales como alejados de sus objetivos y de las realidades del siglo XXI. Esa desconexión puede aumentar aún más la brecha entre la Educación formal y la aplicabilidad en el mundo real, disminuyendo el valor percibido de

156. Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G. y Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 325-346.

157. Pintrich, P. R. y De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 33-40. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.33>

158. Wigfield, A. y Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>

las instituciones educativas y su rol en la formación de futuros ciudadanos y líderes.¹⁵⁹

Dominar la motivación es clave para el desarrollo personal y colectivo, y para garantizar el crecimiento sustentable a escala individual y global.¹⁶⁰ Solo con una motivación profunda la humanidad será capaz de innovar en soluciones para los desafíos contemporáneos, como el cambio climático y las disrupciones sociopolíticas.

COMPARACIÓN DE TEORÍAS

Las tres teorías priorizan factores intrínsecos y extrínsecos en la motivación de la conducta. Comparten la idea de que las personas buscan satisfacer las necesidades y deseos inherentes, ya sea una progresión de las necesidades fisiológicas hacia la autorrealización (Maslow), la afirmación de Vroom de que la motivación es una función de expectativa, instrumentalidad y valencia, o el énfasis de la Teoría de la Autodeterminación en la autonomía, la competencia y la relación.

A lo largo de las décadas, la teoría de Maslow se mantiene vigente en términos de amplitud, ofreciendo una visión holística de las necesidades humanas que repercute en diversos campos. La teoría de Vroom se destaca por su poder predictivo en ambientes organizacionales, sobre todo al explicar por qué los individuos eligen alternativas conductuales específicas. La Teoría de la Autodeterminación tiene una base empírica sólida que provee insights sobre las tendencias de crecimiento inherentes y las necesidades psicológicas innatas que impulsan el comportamiento automotivado.

Sin embargo, estas estructuras tienen sus limitaciones. La progresión lineal de las necesidades de Maslow demuestra ser inaplicable de manera universal a todas las culturas o circunstan-

159. Fullan, M. (2016). *The new meaning of educational change* (5ta ed.). Teachers College Press. <https://michaelfullan.ca/books/new-meaning-educational-change/>; Wagner, T. (2010). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need—and what we can do about it*. Basic Books.

160. Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The new psychology of success*. Random House.

cias individuales de la vida.¹⁶¹ La Teoría de la Expectativa de Vroom fue criticada por no tener en cuenta los factores no racionales y emocionales de la conducta.¹⁶² La Teoría de la Autodeterminación, a pesar de ser exhaustiva, fue objeto de algunas críticas por ser demasiado amplia, potencialmente mezclando distintos tipos de motivación intrínseca.¹⁶³

161. Tay, L. y Diener, E. (2011). Needs and subjective well-being around the world. *Journal of Personality and Social Psychology*, 101(2), 354-365. <https://doi.org/10.1037/a0023779>

162. Kanfer, R. (1990). Motivation theory and industrial and organizational psychology. In: M. D. Dunnette y L. M. Hough (Eds.), *Handbook of industrial and organizational psychology* (pp. 75–170). Consulting Psychologists Press.

163. Levesque, C., Zuehlke, A. N., Stanek, L. R. y Ryan, R. M. (2004). Autonomy and Competence in German and American University Students: A Comparative Study Based on Self-Determination Theory. *Journal of Educational Psychology*, 96(1), 68-84. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.1.68>

Teorías de Identidad

TEORÍAS DE IDENTIDAD Y PERTENENCIA

El campo de la investigación sobre la identidad evolucionó significativamente y, aunque muchas teorías hayan desempeñado roles fundamentales en la definición de la identidad, algunas son más consistentemente documentadas por su eficacia en la literatura reciente. Las siguientes teorías están entre las consideradas más importantes por su influencia sostenida, apoyo empírico y relevancia contemporánea.

La **Teoría del Desarrollo Psicosocial de Erikson** sigue siendo fundamental en el campo de la psicología del desarrollo. Sus percepciones sobre la crisis de identidad durante la adolescencia y el proceso de formación de identidad a lo largo de la vida influyeron en la definición de investigaciones subsecuentes sobre el tema.¹⁶⁴ Esa amplia estructura mapea la progresión de la vida humana en diferentes estadios, cada uno de ellos caracterizado por un conflicto psicosocial específico. Un estadio fundamental en esa trayectoria de desarrollo es la etapa de la “identidad *versus* confusión de roles”, que generalmente ocurre en la adolescencia. Los individuos afrontan cuestiones sobre quiénes son y dónde se insertan en el contexto social más amplio. El psicoanalista estadounidense de origen alemán Erik Erikson (1902-1994) postuló que la navegación exitosa en esa etapa lleva al establecimiento de un sentido coherente de identidad. Sin embargo, no lograrlo puede resultar en una confusión de roles y en una autopercepción inestable. Los adolescentes suelen explorar distintos roles, creencias y afiliaciones durante ese periodo, buscando integrarlos en una identidad consistente y unificada. Erikson creía que una identidad firme establecería la base para la intimidad y las relaciones positivas en el estadio subsecuente del desarrollo. (Esta teoría también se discute en la sección “**Propósito**” del capítulo 7).

Capa fundamental (0 a 12 años): según los estadios iniciales de Erikson, la identidad comienza con la confianza, autonomía, iniciativa y diligencia. Aquí, los niños se identifican sobre todo con la familia y los cuidadores. Las competencias de actitudes del CCR

164. Erikson, E. H. (2009). *Infancia y sociedad*. Hormé.

(por ejemplo, coraje y resiliencia) pueden implementarse para fomentar la identidad inicial a medida que los niños asumen riesgos y aprenden de los fracasos.

Capa de la formación de la identidad (13 a 24 años): en línea con el estadio de la adolescencia de Erikson, trata sobre la confusión entre roles e identidad. Es profundizada por la Teoría de la Identidad Social, en la que los individuos se clasifican en categorías sociales (como grupos de adolescentes). La comunicación, la colaboración y el metaaprendizaje pueden ayudar a los adolescentes a navegar en dinámicas grupales, mientras que la Teoría de la Identidad Narrativa sugiere que esa edad es clave para comenzar a elaborar narrativas de vida personales.

Capa de la interacción social (25 a 50 años): relatada por los estadios de la edad adulta joven y media de Erikson, vincula la identidad a relaciones, trabajo y comunidad. La Teoría de la Identidad Social desempeña otra vez un rol a medida que los individuos se identifican con grupos profesionales o familiares. La teoría de la interseccionalidad se vuelve pertinente, ya que los individuos reconocen cómo diversas afiliaciones sociales (por ejemplo, género, raza, profesión) se entrecruzan y moldean su identidad única. Las competencias de actitudes, especialmente la ética, ayudan a navegar por esas complejidades.

Capa reflexiva (a partir de los 50 años): con raíces en el estadio final de la vida adulta de Erikson, esta etapa involucra la introspección y la revisión de la trayectoria. El metaaprendizaje es fundamental, y permite que los individuos revisen y perfeccionen sus narrativas de vida, según lo sugerido por la Teoría de la Identidad Narrativa.

La **Teoría de la Identidad Social (TIS)** postula que los individuos obtienen una parte significativa de su autopercepción de los grupos sociales a los que pertenecen. La teoría busca explicar los comportamientos intergrupales, especialmente la tendencia inherente de los individuos a demostrar favoritismo respecto a su grupo interno y discriminar a los grupos externos. Un punto central de la TIS es la noción de que los individuos se categorizan a sí mismos y a los demás en distintos grupos sociales, y esas categorizaciones influyen en su autoestima y conducta. El proceso de categorización social por lo general lleva al sesgo del grupo interno, en

el que los individuos lo ven de modo más positivo que los grupos externos. Dicho sesgo resulta del deseo de mantener o aumentar la autoestima; una diferenciación positiva entre el grupo interno y el externo contribuye a una identidad social positiva, lo que eleva la autopercepción del individuo.

Esta teoría sigue siendo fundamental en la psicología social, sobre todo en áreas que abarcan la dinámica de grupos, conflictos entre ellos y los fundamentos psicológicos del perjuicio y de la discriminación. Considerando los actuales desafíos globales relacionados con cuestiones de identidad, como la inmigración y los conflictos intergrupales, la TIS sigue siendo altamente relevante.¹⁶⁵

La **Teoría de la Identidad Narrativa** sostiene que los individuos construyen sus propias identidades al integrar los eventos de la vida en una historia en evolución. Esa historia de vida provee un sentido de unidad, propósito y significado. La teoría sugiere que, a partir del final de la adolescencia y del comienzo de la edad adulta, las personas empiezan a organizar sus propias experiencias, valores y objetivos en una narrativa coherente. Posteriormente, esa narrativa les brinda un sentido de identidad que persiste y evoluciona a lo largo de la vida. Las narrativas son profundamente influidas por los contextos culturales, sociales e históricos, y moldean el modo en que los individuos ven su pasado, presente y futuro respecto al mundo más amplio. Las historias que las personas construyen sobre sí mismas desempeñan un rol fundamental en la definición de sus comportamientos, elecciones y la comprensión general de quiénes son. Con el surgimiento de la investigación cualitativa y la exploración de experiencias individuales vividas, el trabajo sobre la identidad narrativa se ha destacado. Está en sintonía con el interés contemporáneo por las historias personales y cómo los individuos dan significado a sus experiencias en la construcción de sus propias identidades.¹⁶⁶

165. Tajfel, H. y Turner, J. C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. In: W. G. Austin & S. Worchel (Eds.), *The social psychology of intergroup relations* (pp. 33-47). Brooks/Cole Publishing Company.

166. McAdams, D. P. (2001). The psychology of life stories. *Review of General Psychology*, 5(2), 100-122. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.5.2.100>

La **Teoría de la Interseccionalidad** es una estructura para la comprensión de cómo varias identidades sociales, tales como raza, género, clase social y sexualidad, se entrecruzan y se superponen, creando sistemas complejos de ventajas y desventajas. En lugar de considerar cada identidad de manera aislada, la interseccionalidad postula que esas identidades están interconectadas y no pueden ser separadas unas de otras. Como resultado, la experiencia vivida por un individuo es moldeada por las formas en que sus distintas identidades se entrecruzan, influenciando cómo vive el privilegio o la opresión.¹⁶⁷ Una mujer negra, por ejemplo, no vive su género ni su raza como entidades separadas, sino que afronta desafíos y discriminaciones a partir de la intersección de esas dos identidades. Así, la interseccionalidad ofrece un lente diferenciado para entender las dimensiones multifacéticas de la identidad y las formas complejas por las que las estructuras sistémicas afectan a los individuos. En los estudios sociológicos y de género contemporáneos, la interseccionalidad se destaca por su enfoque en la comprensión de cómo diferentes identidades se interseccionan, se superponen e influyen en las experiencias de privilegio u opresión.¹⁶⁸

COMPARACIÓN DE TEORÍAS

Un aspecto central de cada una de estas teorías es el reconocimiento de que la identidad no se forma de manera aislada. Está profundamente incorporada y entrelazada con narrativas sociales, relacionales y personales y otros constructos externos. Por ejemplo, aunque la Teoría del Desarrollo Psicosocial de Erikson enfatice la trayectoria evolutiva de la identidad a lo largo de las etapas de la vida, también reconoce los factores sociales y relacionales externos que influyen en esa trayectoria. De la misma manera, la Teoría de la Identidad Social está enraizada en la creencia de que

167. Collins, P. H. y Bilge, S. (2019). *Interseccionalidad*. Morata.

168. Crenshaw, K. (1989). Demarginalizing the intersection of race and sex: A black feminist critique of antidiscrimination doctrine, feminist theory, and antiracist politics. *University of Chicago Legal Forum*, (1), 139-167. <https://chicagounbound.uchicago.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1052&context=uclf>

nuestras afiliaciones e interacciones con dinámicas de grupos mayores desempeñan un rol fundamental en la formación de nuestras autopercepciones.

El énfasis de la Teoría de la Identidad Narrativa en las historias de vida personales como estructuras de identidad refleja el enfoque de la Teoría de la Interseccionalidad en las experiencias vividas y en los desafíos que surgen de la confluencia de múltiples marcadores de identidad. Ambas teorías destacan la importancia de las experiencias y narrativas personales en la formación de la identidad. Asimismo, ambas también sugieren que la identidad es fluida y moldeada dinámicamente por experiencias e intersecciones de diferentes facetas de la vida del individuo.

Colectivamente, estas estructuras implican que la exploración de la identidad requiere un lente exhaustivo que considere al individuo y los contextos sociales más amplios en los que está inserto.

Teorías de Agencia

Se han desarrollado diversas estructuras teóricas para analizar la agencia humana. Entre las más influyentes, y que siguen vigentes, están la Teoría Cognitiva Social, la Teoría de la Estructuración y la Teoría del Comportamiento Planificado.

La **Teoría Cognitiva Social (TCS)**, de Bandura, postula que el aprendizaje y la conducta son el resultado de una interacción dinámica entre influencias personales, comportamentales y ambientales. Un aspecto central de esta teoría es el concepto de “aprendizaje observacional”, el cual sostiene que los individuos pueden aprender al observar las acciones de otras personas y sus consecuencias, sin necesidad de experimentarlas directamente. Ese proceso está facilitado por el “modelado”, en el que los individuos imitan comportamientos exhibidos por modelos influyentes en su ambiente.¹⁶⁹

Lo fundamental para la investigación en agencia es el concepto de “autoeficacia”, que se refiere a la creencia de un individuo en su capacidad de lograr resultados específicos. Dicha creencia influye en sus elecciones, el nivel de esfuerzo, la persistencia y las reacciones emocionales. Un alto sentido de autoeficacia fomenta la confianza en las propias habilidades, y genera un mayor esfuerzo y persistencia ante los desafíos, mientras que la baja autoeficacia puede disuadir a un individuo a realizar determinadas tareas o perseverar.¹⁷⁰

La **Teoría de la Estructuración**, de Giddens, aborda la relación entre la agencia individual y la estructura social. Un aspecto central de esta teoría es la noción de la “dualidad de la estructura”. Giddens postula que las estructuras sociales no son factores externos que restringen la acción humana, sino que son constituidas y constitutivas de las prácticas sociales. En términos más simples, aunque las acciones de los individuos se moldeen por estructuras existentes (como normas e instituciones), estas mismas acciones también producen y reproducen las estructuras a lo largo del tiempo.¹⁷¹

169. Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice-Hall.

170. Bandura, A. y National Institute of Mental Health. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall, Inc.

171. Giddens, A. (2011). *La constitución de la sociedad*. Amorrotu.

La teoría subraya la naturaleza recursiva de la vida social: las estructuras posibilitan determinadas acciones, pero es por medio de prácticas humanas repetidas que estas se mantienen o se alteran. Giddens argumenta en contra de la visión de agencia y estructura como dos entidades separadas, sugiriendo que, en realidad, están relacionadas en un ciclo continuo de acción y reforma. Esta perspectiva es influyente en diversos campos, especialmente en la sociología, llevando a académicos a reconsiderar la naturaleza del cambio y de la estabilidad social.

La **Teoría del Comportamiento Planificado (TCP)** postula que la conducta individual está determinada por la intención, que, a su vez, está moldeada por tres factores principales: (1) actitudes respecto al comportamiento (en qué medida este se evalúa de modo favorable o desfavorable); (2) normas subjetivas (percepciones sobre la presión social para ejecutar o no el comportamiento); y (3) control conductual percibido (la creencia de un individuo sobre qué tan fácil o difícil será ejecutar el comportamiento).¹⁷² Cuanto más favorables sean la actitud y la norma subjetiva, y cuanto mayor sea el control conductual percibido, más fuerte será la intención de involucrarse en el comportamiento. Las investigaciones contemporáneas suelen emplear la TCP para prever y entender comportamientos en diferentes ámbitos. La TCP se utiliza, por ejemplo, para estudiar comportamientos de salud como ejercicios y hábitos alimentarios, comportamientos ambientales como el reciclaje, y metas educativas como el desempeño académico. Un ejemplo específico incluye su uso en la previsión de la adicción a smartphones entre los adolescentes, en la que actitudes, normas subjetivas y control comportamental percibido respecto a los celulares pueden prever la intención de uso y la consecuente conducta excesiva.¹⁷³

172. Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)

173. Chang Z., Lichtenstein P. et al. (2012). The effects of childhood ADHD symptoms on early-onset substance use: a Swedish twin study. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 40(3):425-35. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21947618/>

COMPARACIÓN DE TEORÍAS

Estas teorías enfatizan la interacción entre los individuos y sus ambientes socioculturales. Una similitud fundamental entre estos modelos es el rechazo al determinismo. De hecho, afirman el rol de la agencia en las acciones humanas, y reconocen que, aunque las estructuras y normas sociales influyen sobre los individuos, ellos también pueden promover cambios en esas estructuras.

La fortaleza de la teoría de Bandura radica en su énfasis en el aprendizaje observacional y la interacción dinámica entre factores personales, conducta y ambiente, lo que la vuelve particularmente influyente en la comprensión del cambio de conducta. La Teoría del Comportamiento Planificado, por otro lado, resalta el poder predictivo de las actitudes, normas subjetivas y control conductual percibido sobre las intenciones y la conducta del individuo, por eso es valiosa en la previsión de comportamientos específicos en diversos ámbitos.

La Teoría de la Estructuración de Giddens se destaca por su énfasis en la dualidad de la estructura, y sugiere que, aunque las prácticas sociales moldean y sean moldeadas por las estructuras sociales, los individuos no son meras entidades pasivas. Ellos reproducen activamente dichas estructuras, destacando la naturaleza recursiva de la vida social.

Sin embargo, estas teorías también son criticadas. Algunos argumentan que la Teoría del Comportamiento Planificado simplifica demasiado la previsión del comportamiento y no siempre tiene en cuenta las variables externas que pueden afectarlo.¹⁷⁴ La teoría de Giddens, a pesar de ser influyente, ha sido criticada por sus abstracciones, lo que dificulta las pruebas empíricas.¹⁷⁵ Finalmente, aunque sea reconocida como exhaustiva, la Teoría Cognitiva Social es criticada por su amplitud y, por lo tanto, por ser menos aplicable a contextos específicos.¹⁷⁶

174. Sniehotta, F. F., Presseau, J. y Araújo-Soares, V. (2014). Time to retire the theory of planned behavior. *Health Psychology Review*, 8(1), 1-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25053004/>

175. Parker, J. (2000). *Structuration*. Open University Press.

176. Ormrod, J. E. (2012). *Human learning* (6th ed.). Pearson.

Teorías de Propósito

TEORÍAS DE PROPÓSITO Y PASIÓN

Un sentido de propósito puede proporcionar una fuente de motivación intrínseca: una fuerza poderosa que puede impulsar a un individuo durante meses y años, aun cuando sus propósitos cambien.¹⁷⁷ Se han desarrollado diversos abordajes psicosociales y psicométricos para describir y analizar la búsqueda humana de sentido y la formación de propósitos a lo largo de la vida. La siguiente discusión abarca tres modelos principales del siglo XX que tratan sobre el propósito de distintas maneras: de qué manera el propósito y el significado se desarrollan durante la vida (Erikson), los requisitos para la motivación y el significado, y las características que los individuos pueden usar para identificar significado (Modelo de Mantenimiento de Significado), propósito y metas de vida (Test de Propósito en la Vida).

El modelo más antiguo y significativo de propósito humano es el **Test de Propósito en la Vida** (PIL, en su sigla en inglés): es una escala psicométrica creada para medir el sentido de propósito y significado en la vida de un individuo. Compuesto por 20 ítems, evalúa hasta qué punto los entrevistados sienten que sus vidas tienen significado, dirección y objetivos. Los consultados indican su concordancia con diversas afirmaciones en una escala Likert, con puntuaciones más altas relacionadas a un sentido más fuerte de propósito y significado.¹⁷⁸ Desde su creación, el PIL es ampliamente utilizado en investigaciones para examinar la relación entre un sentido de propósito y diferentes resultados, incluso el bienestar psicológico, la satisfacción con la vida y la resiliencia ante la adversidad. Este instrumento ha sido aplicado con eficacia en diversas poblaciones, abarcando distintas franjas etarias, culturas y ambientes clínicos, con lo que se ha convertido en una herramienta

177. Vallerand, R., Pelletier, L. (n.d.). The Academic Motivation Scale: A Measure of Intrinsic, Extrinsic, and Amotivation in Education. *Educational and Psychological Measurement*, 52.

178. Crumbaugh, J. C. y Maholick, L. T. (1964). An experimental study in existentialism: The psychometric approach to Frankl's concept of *noogenic* neurosis. *Journal of Clinical Psychology*, 20(2), 200-207. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(196404\)20:2<200::AID-JCLP2270200203>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/1097-4679(196404)20:2<200::AID-JCLP2270200203>3.0.CO;2-U)

ampliamente reconocida y validada para el estudio del propósito en la vida.¹⁷⁹

Poco después del desarrollo del PIL, el psicólogo del desarrollo Erik Erikson formuló su **Teoría del Desarrollo Psicosocial**. Se trata de una estructura influyente que describe ocho estadios del desarrollo humano a lo largo de la vida, cada uno de ellos caracterizado por un conflicto o crisis particular. Esta teoría postula que los individuos deben navegar y solucionar desafíos psicosociales específicos en diferentes edades y que un tránsito exitoso contribuye al bienestar psicológico y al crecimiento personal. Cada crisis involucra un equilibrio entre un aspecto positivo y un posible resultado negativo. Desde el nacimiento hasta los 18 meses, el conflicto es entre “confianza *versus* desconfianza”. Si los cuidadores ofrecen cuidados y afecto consistentes, la confianza se desarrolla. Por otro lado, el cuidado inconsistente puede llevar a sentimientos de desconfianza. En estadios subsecuentes, como la adolescencia, la crisis gira alrededor de la “identidad *versus* confusión de roles”, en la que los individuos exploran quiénes son y qué quieren ser. Erikson creía que la resolución exitosa de cada estadio construye una base para lidiar con los desafíos subsecuentes y contribuye a un sentido más integrado de sí mismo y del propósito en la vida.¹⁸⁰

El **Modelo de Mantenimiento de Significado** (MMM, en su sigla en inglés) va más allá de estos modelos tradicionales que se concentran en la reducción de la disonancia cognitiva y extiende las ideas hacia el dominio más amplio de la creación de significado. Este modelo postula que los individuos tienen una necesidad inherente de construir un sentido de coherencia y significado en sus vidas. Cuando las personas se enfrentan a información o experiencias que perturban su sentido de significado actual (llamadas amenazas de significado), son impulsadas a restaurar un sentido de coherencia, aunque eso exija reafirmar una creencia

179. Steger, M. F., Oishi, S. y Kashdan, T. B. (2009). Meaning in life across the life span: Levels and correlates of meaning in life from emerging adulthood to older adulthood. *The Journal of Positive Psychology*, 4(1), 43-52. <https://doi.org/10.1080/17439760802303127>

180. Erikson, E. H. (1974). *Identidad: juventud y crisis*. Paidós.

o un valor diferente no relacionado a la amenaza inicial.¹⁸¹ Esencialmente, cuando se ven confrontados con inconsistencias que desafían sus visiones de mundo o amenazan su autopercepción, los individuos buscan maneras alternativas de restablecer el significado, en general en áreas no relacionadas a la fuente original de la amenaza.¹⁸²

COMPARACIÓN DE TEORÍAS

Aunque estos modelos ofrezcan metodologías y lentes diferentes para visualizar el propósito, coinciden en reconocer el innato anhelo humano por la búsqueda de significado, en la naturaleza adaptable del propósito y en su relación dinámica con el mundo externo. Al relacionar estos modelos, surge un claro desarrollo cronológico de los propósitos y de las pasiones. Hay dos estadios principales en estas teorías: 1) preconciencia plena (infancia y adolescencia, estableciendo coherencia) y 2) conciencia plena (desde la adolescencia hasta el final de la vida adulta, significado y propósito, y este último se desarrolla a partir de un sentido de coherencia y significado).

Los tres modelos destacan el anhelo de significado y propósito en la vida. Tanto el PIL como los estadios de Erikson, especialmente en la edad adulta, enfatizan la importancia de un impulso intrínseco para alcanzar un sentido de propósito y cómo su realización (o su falta de este) puede afectar el bienestar psicológico.¹⁸³ A pesar de que el MMM es más amplio y se concentra en el mantenimiento del significado, también presupone que los

181. Heine, S. J., Proulx, T. y Vohs, K. D. (2006). The meaning maintenance model: On the coherence of social motivations. *Personality and Social Psychology Review*, 10(2), 88-110. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16768649/>

182. Proulx, T. y Inzlicht, M. (2012). The five "A"s of meaning maintenance: Finding meaning in the theories of sense-making. *Psychological Inquiry*, 23(4), 317-335. <https://doi.org/10.1080/1047840X.2012.702372>

183. Crumbaugh, J. C. y Maholick, L. T. (1964). An experimental study in existentialism: The psychometric approach to Frankl's concept of *noogenic* neurosis. *Journal of Clinical Psychology*, 20(2), 200-207. [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4679\(196404\)20:2%3C200::AID-JCLP2270200203%3E3.0.CO;2-U](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4679(196404)20:2%3C200::AID-JCLP2270200203%3E3.0.CO;2-U); Erikson, E. H. (2009). *Infancia y sociedad*. Hormé

individuos construyen narrativas o creencias fundamentales que proporcionan estructura y propósito a sus vidas.¹⁸⁴

Otra característica compartida es el reconocimiento, por partes de estos modelos, de mecanismos adaptativos ante los desafíos. La teoría de Erikson postula que los individuos enfrentan e, idealmente, solucionan crisis psicosociales en diversos estadios de la vida, reconfigurando su sentido de propósito a lo largo del tiempo. El MMM también subraya la capacidad humana de adaptarse y restaurar el significado interrumpido, reafirmando las creencias existentes o ajustándolas para acomodar nuevas informaciones. Aunque el PIL sea una métrica, reconoce implícitamente la maleabilidad del propósito al medirlo en puntos específicos en el tiempo, permitiendo cambios y desplazamientos.

Los tres modelos también reconocen la compleja relación entre los individuos y su ambiente externo en la construcción y el mantenimiento del propósito. Los estadios de desarrollo de Erikson están profundamente entrelazados con roles y expectativas sociales.¹⁸⁵ La premisa del MMM gira alrededor del enfrentamiento de anomalías que desafían la visión de mundo de una persona, y sugiere que las estructuras de significado de los individuos interactúan todo el tiempo con el mundo exterior. Finalmente, el PIL busca comprender el rol y la importancia percibidos por un individuo en el contexto más amplio de la vida.

184. Heine, S. J., Proulx, T. y Vohs, K. D. (2006). The meaning maintenance model: On the coherence of social motivations. *Personality and Social Psychology Review*, 10(2), 88-110. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16768649/>

185. Erikson, E. H. (2009). *Infancia y sociedad*. Hormé.

El modelo Ikigai

Especialmente en Estados Unidos, se aconseja a los alumnos que “hagan lo que aman”. Esto puede ser loable, ¿pero será suficiente? (¿Y realista?). ¿No debería haber también una preocupación por un mínimo de independencia financiera? ¿Proficiencia? ¿Ayudar a la sociedad?

El modelo Ikigai puede ser una herramienta útil para que las personas se imaginen y generen su propósito. También brinda un resumen adecuado de cómo el CCR interpreta el propósito y cómo diversas competencias pueden ayudar a desarrollar diferentes partes del modelo Ikigai. Si una persona puede identificar qué le falta en este modelo, podría aprovechar diversas subcompetencias.



Fuente: Internet – desconocida.

Por ejemplo, “lo que usted ama” y “aquello en lo que usted es bueno” reflejan ampliamente un propósito enraizado en el interés propio. Por lo tanto, es posible explorarlos con la competencia COR4 (reconocer las propias fortalezas y debilidades) y la CUR4

(visualizar y priorizar los intereses y las pasiones individuales), como se mencionó antes.

Por otro lado, si un individuo tiene dificultades con “lo que el mundo necesita”, serán útiles la ETI5 (contribuir en grupos o comunidades más grandes) y la RES5 (motivarse a sí mismo por medio del significado o del propósito).

“Aquello por lo que pueden pagarle” representa una restricción estructural que existe fuera del individuo, en la sociedad. Al incluir la capacidad de ganarse el sustento como un elemento central del modelo Ikigai, este determina que “trabajador” u “obrero” debe ser un precepto central de la identidad de un individuo –como de hecho lo es en nuestro sistema social actual–. Por lo tanto, la CRE5 (concretar ideas y reconocer restricciones) probablemente será más útil para quien tiene dificultad para incorporar a su vida esta parte final del modelo Ikigai.

Diez principios del aprendizaje con pasión en la era de la IA

Con el generoso financiamiento de Australian Learning Lecture (Ellen Koshland), el Center for Curriculum Redesign (CCR) desarrolló diez principios de aprendizaje con pasión que fundamentaron el currículo “The Passion Project” (El Proyecto Pasión), que propone la progresión de los intereses de los alumnos hacia pasiones más profundas.¹⁸⁶ Esas pasiones pueden entonces progresar en el sentido de informar el propósito y el significado. Ambos siempre fueron cruciales, pero, sin duda, esto se profundiza con las crecientes capacidades de la tecnología, como la IA. Por ejemplo, a medida que la automatización y la IA ejecuten cada vez más tareas rutinarias habrá un énfasis creciente en las cualidades humanas que son difíciles de programar, como el pensamiento crítico y la creatividad. Los empleos relacionados con el propósito y el significado humanos tienen menos probabilidad de ser completamente automatizados y son más gratificantes para los individuos.

Los agentes de IA pueden ser excelentes herramientas para aumentar la capacidad humana de aprender y buscar sus intereses y pasiones. A continuación, presentamos una versión actualizada de los Diez Principios, observando cómo la IA puede ayudar a los alumnos a progresar desde los intereses hacia las pasiones.

INTERESES Y PASIONES DEL ALUMNO

1. Los alumnos aprenden mejor cuando tienen un fuerte deseo interno de aprender –generalmente, sobre algo que realmente les interesa–.

La IA puede aumentar de diversas maneras la capacidad de los alumnos de aprender y descubrir temas que les interesan: el aprendizaje personalizado, contenido interactivo y adaptable, definición de metas y acompañamiento del progreso, facilitación de proyectos apasionados, acceso instantáneo a amplios recursos y superación de barreras de aprendizaje.

186. Center for Curriculum Redesign (2022). The Passion Project. <https://curriculumredesign.org/project-based-learning-pbl-purpose-passion/>

2. Intereses personales fuertes –otra manera de decir “qué les importa a los alumnos”– pueden ser algunas de las mejores claves para abrir sus puertas a un aprendizaje altamente motivado, creativo y comprometido.

La IA puede nutrir los intereses personales de los alumnos de distintas maneras, como a través de caminos personalizados de aprendizaje (con contenido y recomendaciones personalizados con base en intereses individuales) e incentivando la exploración de nuevos intereses por medio de sugerencias personalizadas. La IA también puede ayudar a los alumnos a conectarse con sus intereses mediante aplicaciones reales, lo que aumenta la motivación y ayuda a definir un propósito.

3. Cuidar y apoyar los intereses personales de los alumnos puede ser uno de los antídotos más poderosos contra la ansiedad, la turbulencia y el sufrimiento en materia de salud mental que suelen experimentar en la actualidad.

Aunque carecen de empatía, las herramientas de IA pueden ofrecer soporte emocional y monitoreo oportunos. A través del análisis de sentimientos y el rastreo conductual, la tecnología es capaz de detectar señales de sufrimiento emocional o desinterés de los alumnos y ofrecer intervenciones, como mensajes que los incentiven o una sugerencia para hacer una pausa. Los ambientes de IA también son espacios seguros para la exploración de intereses, en tanto no juzgan aquello que los motiva ni las preguntas de los alumnos.

4. Algunos alumnos necesitan tiempo y ayuda para identificar, seleccionar e investigar sus intereses más fuertes, elegir aquellos que más les importan y comprometerse a aprender más sobre ellos; otros alumnos conocen bien sus pasiones y las persiguen activamente.

Las herramientas de IA pueden ser útiles para identificar y desarrollar intereses. Pueden analizar las actividades on-li-

ne y las preferencias de los alumnos para encontrar patrones y sugerir posibles áreas de interés. Por ejemplo, si un alumno suele involucrarse con contenido relacionado a la ciencia, la IA es capaz de destacarla como una posible área de gran interés. También puede orientar a los alumnos en el proceso de ajuste fino de sus intereses, con cuestionarios, investigaciones o actividades interactivas creadas para ayudarlos a reflexionar sobre sus metas y preferencias, lo que los llevará a elegir los temas que más les interesan.

5. Todos los alumnos deben tener la libertad de cambiar de interés, explorar nuevas pasiones e incluso administrar la búsqueda de un conjunto diversificado de pasiones, todo al mismo tiempo.

La IA es una herramienta increíble para agregar y hacer la curaduría de recursos, y así reunir una gran variedad de materiales de aprendizaje de distintas fuentes y hacer la curaduría de contenido que se alinea a los intereses y pasiones del alumno, lo que ahorra tiempo y asegura el acceso a recursos relevantes de alta calidad. La tecnología también puede mapear las habilidades asociadas a diferentes intereses y pasiones, lo que ayuda a que los alumnos entiendan cómo la búsqueda de una pasión puede complementar otra. Esa visión holística los incentiva a ver la interconexión de sus intereses y cómo pueden perseguir distintas pasiones a la vez.

6. Con el apoyo y el incentivo correctos, las poderosas motivaciones de los alumnos para perseguir sus pasiones pueden “extenderse” hacia las demás experiencias de aprendizaje e incluso transformarse en un compromiso profundo con el aprendizaje a lo largo de toda la vida.

La IA puede identificar y destacar las conexiones entre la pasión de un alumno y el contenido académico o del mundo real. Al integrar sus intereses en diversas disciplinas, los alumnos pueden ver la relevancia del aprendizaje, incentivando el compromiso y la motivación en todas las áreas de estudio. La tecnología también

puede ayudar a los alumnos a reconocer y aplicar las habilidades y los conocimientos adquiridos durante la búsqueda de sus pasiones en otros contextos de aprendizaje, reforzando así el valor del aprendizaje orientado por pasiones.

CAPACIDADES ORIENTADAS POR PASIONES

7. Para que los alumnos se dediquen exitosamente a la búsqueda de sus pasiones motivadas, necesitan desarrollar conjuntos de habilidades esenciales, cualidades de actitudes y capacidades de metaaprendizaje que potencien su aprendizaje orientado por la pasión. Ejemplos: habilidades –creatividad, pensamiento crítico, comunicación y colaboración; actitudes –curiosidad, coraje, resiliencia y liderazgo–; metaaprendizaje –metacognición y *mindset* de crecimiento–.

En términos de habilidades, la IA puede presentarle a los alumnos distintos y desafiantes problemas relacionados con sus pasiones, lo que incentiva el pensamiento innovador y la creatividad. Al proveer recursos y escenarios que requieren análisis y evaluación, también puede ayudar en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Finalmente, por medio de proyectos y actividades colaborativas virtuales, los alumnos pueden trabajar juntos, desarrollando su capacidad de colaborar con eficiencia.

En términos de actitudes, la IA puede estimular la curiosidad, brindando continuamente a los alumnos información nueva e interesante relacionada con sus pasiones, estimulándolos a explorar más. Al crear un ambiente de aprendizaje seguro, la tecnología también puede ofrecer un espacio para asumir riesgos y salir de sus zonas de confort, promoviendo el coraje. A través de caminos de aprendizaje adaptables, la tecnología también puede asegurar que se enfrenten a desafíos adecuados a su nivel de habilidad, fomentando la resiliencia a medida que aprenden a superar obstáculos.

Para el metaaprendizaje, la IA puede adaptar las experiencias a cada alumno, y garantizar que las actividades y los recursos estén alineados a sus pasiones y preferencias de aprendizaje. Además, es

capaz de ofrecer una gran variedad de recursos, herramientas y actividades que apoyan el desarrollo de recursos de metaaprendizaje.

8. Los alumnos también deben aprender a administrar exitosamente sus propios planes y proyectos de aprendizaje por medio de un ciclo de aprendizaje basado en proyectos que sea simple pero bien investigado, que incluya las etapas de definir, planificar, realizar y revisar.

La IA puede apoyar cada etapa de ese ciclo.

Definir: la IA puede ayudar a los alumnos en la identificación y articulación del problema o desafío que desean abordar en su proyecto. Es capaz de proveer ejemplos, hacer preguntas orientativas y dar feedback para garantizar que la definición del problema sea clara y viable, además de auxiliar en la definición de objetivos SMART (específicos, medibles, alcanzables, relevantes y con plazo determinado, en su sigla en inglés), lo que garantiza que los alumnos tengan una visión clara de lo que desean alcanzar.

Planificar: la IA puede orientar a los alumnos en la división de los proyectos en tareas administrables y ayudar a crear un cronograma realista, para asegurar que le asignen el tiempo suficiente a cada tarea. La IA también puede llevarlos a considerar posibles retos y a desarrollar planes de contingencia, incentivando así abordajes proactivos para la gestión de proyectos.

Realizar: la IA puede monitorear el progreso de los alumnos, brindar alertas para los siguientes plazos y sugerir ajustes en el caso de retrasos. A medida que trabajan en los proyectos, la IA puede recomendar recursos, herramientas y estrategias adicionales para perfeccionar la tarea.

Revisar: la IA puede acompañar a los alumnos en procesos de reflexión, mediante preguntas que los lleven a considerar qué salió bien, qué se podría mejorar y qué aprendieron. La tecnología también puede dar un feedback constructivo sobre los proyectos, ayudándolos a identificar las fortalezas y áreas a mejorar.

9. Ser reconocido por los pares y por adultos como un “especialista” en su área de pasión genera enormes beneficios para la

autoconfianza, el orgullo, la motivación, la agencia personal, la salud mental y el bienestar positivo del alumno y sus perspectivas de éxito futuro.

La IA ofrece nuevas oportunidades para que los alumnos creen y compartan contenido y exhiban sus logros. Existe una variedad de herramientas y modelos de tecnología para crear contenido de alta calidad, como artículos, videos o presentaciones, demostrando su experiencia. Las herramientas de IA también pueden ayudarlos en la creación de portafolios de sus trabajos para seleccionar sus mejores realizaciones.

10. Una de las mejores maneras para que los alumnos adquieran conocimientos y capacidades especializados es a través del apoyo de mentores o entrenadores especializados que los ayuden a orientar el aprendizaje usando una práctica intencional y guiada, y a participar activamente en las comunidades y redes de apoyo de personas que comparten sus pasiones.

Aunque no superen a los mentores humanos, los agentes de IA pueden ayudar a orientar a los alumnos en una práctica intencional. Por medio de la curaduría de artículos, videos, tutoriales y otros recursos recomendados que sean relevantes para la pasión y el nivel de habilidad del momento, los agentes de IA pueden informar su práctica y la amplitud de los conocimientos. Otra herramienta útil son los prompts de reflexión. Las IAs pueden llevar a los alumnos a reflexionar sobre sus sesiones de práctica o sobre la participación en la comunidad, ofreciendo una oportunidad de aprendizaje más profundo y de autoconsciencia. También pueden alertarlos sobre concursos, exposiciones, talleres u otras oportunidades en las que puedan mostrar sus habilidades y conectarse con otras personas.

Proceso de reformulación de patrones del CCR

PATRONES				
FUNDAMENTOS	CONTEXTO MODERNIZADO	BASE INICIAL	CONTENIDO ESENCIAL	CONCEPTOS CENTRALES
Historia: inercia Historia: cambios de paradigma Ciencias del aprendizaje Necesidades modernas (vida, trabajo) Objetivos y funciones	Ajustes macro para situaciones del mundo real	Si está disponible, seleccione el mejor patrón de la categoría para comenzar	Eliminar el exceso fácil Producir/ Interpretar/ Apreciar Dato Preguntado Puede Tópicos de ejemplo	Nivel de disciplina Nivel de ramificación

Fuente: CCR.

Primero, es necesario entender los **Fundamentos**, observando:

1. Historia de la disciplina: inercia y cambios de paradigma –¿Por qué enseñamos lo que enseñamos? ¿Cuáles fueron los principales momentos de “ajá” en la disciplina? (en las matemáticas, por ejemplo, el descubrimiento del cero; las probabilidades, siendo “no matemáticas” al no ser exactas; etc.).
2. Ciencias del aprendizaje: ¿qué sabemos sobre los estadios de desarrollo y la complejidad cognitiva de la disciplina?
3. Objetivos y funciones de la disciplina: ¿qué esperan de la disciplina los diversos actores (políticos, académicos, empresas, etc.)? Destaque las tensiones e inconsistencias.

Después, **Contexto modernizado**: esta etapa examina qué cambió en el mundo y su impacto en la disciplina a nivel macro. La inteligencia artificial (IA) le da un nuevo énfasis a esta etapa.

Después, elija una **Base inicial** comparando patrones (si están disponibles) y opte por el mejor conjunto para sus necesidades, como una etapa inicial.

Después, **Contenido esencial**: para determinar la relevancia de cada ítem, debe preguntarse si un determinado patrón todavía es necesario. En caso afirmativo, ¿se lo debe aumentar o reducir? El algoritmo para la decisión es:

Relevancia para la especialización:

- importancia para la linealidad/verticalidad de la propia disciplina;
- importancia para la formación de soporte pedagógico para el alumno;
- otros parámetros de importancia para un determinado territorio (por ejemplo: tradición/continuidad cultural).

Relevancia para la transferencia:

- importancia para ilustrar los conceptos centrales (en el ciclo de feedback con la debida sección de conceptos centrales);
- capacitación de la interdisciplinaridad;
- afinidad con competencias específicas.

Relevancia para el futuro:

- utilidad para otras disciplinas;
- necesidad a largo plazo para la empleabilidad;
- necesidad continua en la era de la investigación y de la IA.

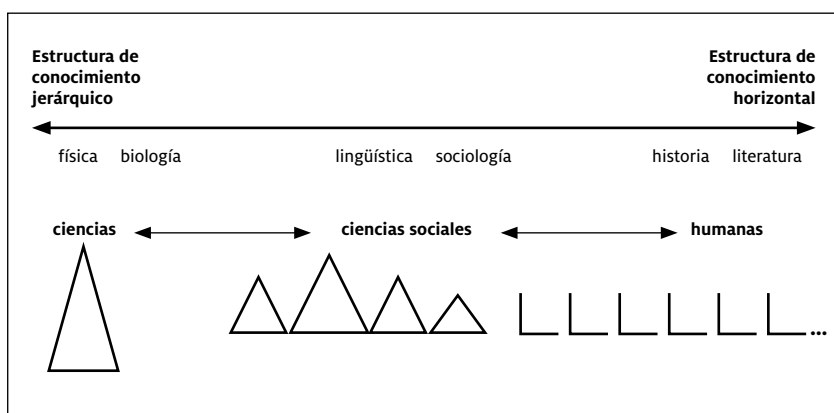
No es un algoritmo simple ni claro, y es necesario que se de un gran debate durante su reformulación, con participantes de mente abierta y lógica flexible, para pensar cuántos criterios se verificarán (no, no existe un número mínimo o máximo; en realidad, se trata de una decisión de criterio, como siempre, pero por lo menos es mucho más sofisticada que la inercia/hecho histórico actual). Observe también que la relevancia para el futuro (la progresión desde la disciplina hasta el cargo) es uno de los criterios, pero no es ni de lejos el único (una vez más, esto es Educación, no entrenamiento). Usando la trigonometría como ejemplo, resumidamente, sin pasar por todo el listado de parámetros:

- Las funciones de trigonometría son útiles solo para una gama restringida de disciplinas, no son particularmente importantes para la disciplina en sí ni para brindar soporte al alumno y son automatizadas (teodolitos). Las funciones de trigonometría perduran debido a la tradición (y, en este caso, no constituyen un argumento suficiente).

- La periodicidad es bastante útil en diversas disciplinas, etc., por eso se mantiene.

Como puede observar el lector, es necesario utilizar un bisturí, no una motosierra. No se remueve a la trigonometría por completo de manera sencilla. ***Es necesario un debate abierto, punto por punto, sobre su relevancia.***

En una era de IA que brinda información de todo tipo, el equilibrio entre el conocimiento declarativo, conceptual y procedimental debe ser repensado con cuidado, estandarizado punto por punto y justificado. Es probable que este equilibrio dependa del grado de verticalización¹⁸⁷ de la disciplina. Las matemáticas, como son la disciplina más segmentada, la más semánticamente limitada y la que mayor costo de error tiene, puede necesitar mucho más conocimiento declarativo que otra más horizontal, como la literatura.



188
Fuente: Martín, Maton et al., 2010.

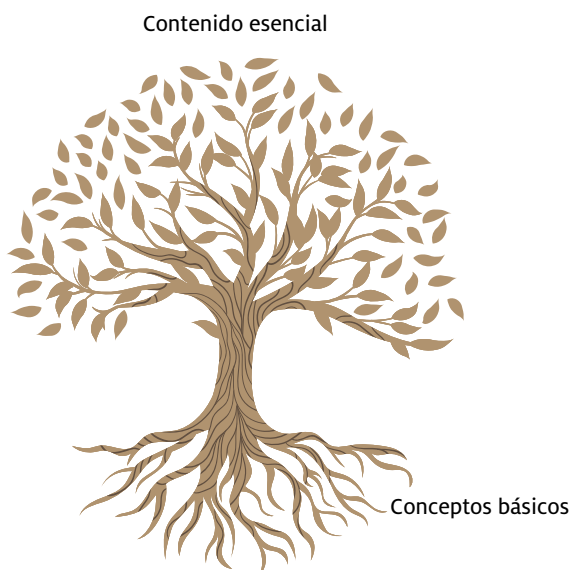
Después, ***Conceptos centrales***: lo que se aprende en la escuela debe ser útil también mucho tiempo después del fin de los estudios. Abordar cualquier nueva situación que exija el uso del cono-

187. Maton, K. (2009), Cumulative and segmented learning y Bernstein, B. (1999) Vertical and Horizontal discourse.

188. Martín, J., Maton, K. y Matruglio, E. (2010) Historical cosmologies: Epistemology and axiology in Australian secondary school history discourse. *Revista Signos*, 43 (74), 433-63.

cimiento, ya sea una aplicación en el mundo real o el aprendizaje de un tópico más avanzado en determinada disciplina, involucra aprovechar lo que ya se aprendió. En ambos casos, el conocimiento existente debe ser usado de modo eficaz en un nuevo contexto. Cuanto más robusto es el dominio desarrollado sobre los fundamentos de un tópico, más fácil será aprovecharlo para aprender más. Al internalizar los principales conceptos de cada disciplina y de todas las disciplinas, lo que llamamos **conceptos centrales**, los alumnos estarán mejor equipados para lidiar con problemas multifacéticos y tendrán un conjunto más heterogéneo de herramientas para interpretar el mundo.

Si el contenido esencial es la parte frondosa del árbol, los conceptos centrales son sus raíces profundas. La cuestión, por lo tanto, pasa a ser: ¿cómo puede desarrollarse la comprensión de los alumnos para que sea útil?



Fuente: CCR.

En su libro *Future Wise*, el profesor de Harvard David Perkins sostiene que el currículo debe trabajar en pos del amateurismo especializado, en lugar de intentar insertar conocimiento especializado en las disciplinas. Mientras la especialización privilegia la profundidad técnica, el amateurismo especializado tiene por objetivo la “comprensión robusta y flexible de los fundamentos”.

Pero es difícil evitar la trampa del *mindset* de cobertura “en el que los alumnos recurren a un libro didáctico, página por página (o los docentes, con sus apuntes de clase), en un intento valiente de pasar por todo el material factual dentro de un tiempo determinado”. Incluso las estructuras que comienzan con los conceptos importantes suelen dividirlos en tópicos minúsculos que no se enseñan en el contexto de los conceptos disciplinarios o de materias más amplios, y las evaluaciones en general cubren el material solo a un nivel más granular.

Aunque los especialistas comprendan fácilmente las conexiones entre los detalles del contenido y los conceptos de nivel superior, los novatos no hacen esas conexiones automáticamente. Si se les enseña y evalúa solo con base en conocimientos fragmentados y detallados, puede parecer que entienden el material, pero es poco probable que logren aplicar lo que aprendieron. Para aprovechar el contenido con el objetivo de desarrollar entendimientos más amplios que sean útiles y transferibles, el contenido debe estar conectado a conceptos de manera que ayude a los alumnos a crear significado. Una dificultad es que el conocimiento más útil es aquel que los especialistas aplican sin pensar dos veces, el conocimiento que define su campo y que en general “no se dice”. Esto dificulta que los especialistas creen un currículo que sea realmente orientado hacia el desarrollo del amateurismo especializado. Saben cómo trabajar con el contenido de modo especializado, pero no pueden necesariamente declarar de modo explícito los conceptos que llevan a tal especialización. Imagine que le pidan que explique cómo equilibrarse al caminar o cómo masticar. Esa es una de las mayores dificultades en la creación de un currículo que construya una base para el aprendizaje de los alumnos en la Enseñanza Primaria y Secundaria.

Contenido como sustrato para conceptos básicos: si la mayor parte de lo que los docentes quieren que los alumnos absorban asume la forma de conceptos que pueden aplicarse a nuevas situaciones, todavía queda una decisión por tomar sobre qué contenido ilustra mejor los conceptos, de modo tal que los alumnos los aprendan y sean capaces de transferir dicha comprensión. El contexto en el que un determinado concepto se aprende afecta profundamente la manera en que este se estructura en la mente del alumno.

Por lo tanto, cuando se introduce un concepto por primera vez, debe hacerse mediante un ejemplo –un contenido que demuestre naturalmente el concepto, de modo tal que el alumno pueda internalizar un conjunto de intuiciones–. Esto significa que no se trata solo de un ejemplo, sino de una ejemplificación: destaca las características relevantes para el concepto. El contenido del ejemplo debe ser estable, accesible y tener el mínimo de propiedades que distraigan. Como cada tópico está repleto de información, y lo que es una señal para un concepto es un ruido para otro, esta etapa suele involucrar un poco de preparación del escenario y orientación de los alumnos hacia los recursos relevantes. Al ver el mismo concepto a través de diferentes contenidos, los elementos que forman parte de la estructura más profunda y los elementos que son incidentales al contexto se vuelven aparentes.

Sin embargo, después se debe explorar el concepto en contextos menos directos, con menos soporte del docente. En este estadio, el tópico específico puede ser un ejemplo de un conjunto diferente de conceptos, pero aun así ser una instanciación de un concepto que ya fue introducido. Como el nombre sugiere, el tópico es una instancia del concepto, pero, al ser solo una instancia entre muchas, también tiene diversos otros recursos. Dicho de otro modo, el tópico es un ejemplo del concepto, pero no un ejemplar. Si el color rojo se abordó en el contexto del círculo cromático como un ejemplo, puede ser útil señalar todo lo que sea rojo en la calle (aunque este tópico –el motivo por el cual estás en la calle– pueda ser el ejemplo para aprender los puntos cardinales). El hecho de que el concepto puede no ser notable (camuflado, oculto, oscurecido o un caso limítrofe) permite que los alumnos practiquen su generalización y ajusten la comprensión.

Finalmente, el concepto puede ser una aplicación a un tópico conceptualmente lejano. El desafío puede ser que el docente no pida explícitamente la aplicación del concepto, simulando de modo más cercano los escenarios de la vida real, y/o que el concepto no sea importante en el contexto. En el ejemplo de la enseñanza del concepto del color rojo, el tópico de la aplicación puede no incluir nada rojo, pero el alumno puede aprender a ver que ese color forma parte del naranja y del violeta, que están en el tópi-

co de la aplicación. Al entrelazar contextos que destacan distintos conceptos, es posible desarrollar un soporte para la comprensión conceptual que permita construir conceptos complejos simultánea y sistemáticamente, de una manera que pueda ser transferida a contextos de la vida real. Aunque sea el mismo proceso por el que los especialistas obtienen esa comprensión conceptual, no hay una razón para que no pueda también usarse explícitamente como una directriz de diseño de currículo para los alumnos.

Esta idea es discutida en The Inquiry Project¹⁸⁹ en relación a la enseñanza de más de un concepto a la vez: “el individuo siempre considera partes de distintos conceptos (poniendo algunos en primer plano y otros en segundo), trabajando en subconceptos sucesivos, como el peso de la balanza, cada uno de los cuales involucra relaciones entre partes de conceptos, revisitando conceptos y ampliando los subconceptos y contextos considerados”.

Desarrollando una caja de herramientas de conceptos: teóricamente, cualquier conocimiento específico podría ser útil en una variedad de situaciones. Pero, en última instancia, cabe al alumno saber cómo y cuándo usarlo, y eso es fundamental para el tipo de comprensión que debería ser el objetivo de la Educación. Por ejemplo, ¿cuál es la utilidad del conocimiento de la definición de “sesgo de confirmación” si el alumno nunca verifica si está sucumbiendo a él? Esto se enmarca en la descripción común del aprendizaje como desarrollo de una “caja de herramientas”, lo que significa que cada alumno está perfeccionando su proficiencia con un conjunto de herramientas que son, en este caso, conceptos que aprendieron a usar del modo correcto.

Sin embargo, algunos conceptos son más poderosos que otros. El concepto de “fuerza bruta” *versus* “elegancia” en matemáticas, por ejemplo, cristaliza una idea importante sobre los posibles abordajes de la solución de un problema; ser consciente del tipo de estrategia utilizada (adoptando ese concepto como una herramienta) ayudará a todos los alumnos, independientemente de si se especializan o no en un campo STEM (ciencia, tecnolo-

189. <https://inquiryproject.terc.edu/>

gía, ingeniería y matemáticas, en su sigla en inglés). Por eso, ese concepto puede ser considerado como un ejemplo de una “herramienta poderosa” de pensamiento. Aunque haya sido aprendido en un contexto específico, tiene una inmensa utilidad.

Los conceptos básicos son las herramientas poderosas del conocimiento y deben tener alta prioridad en el currículo en comparación con conceptos que ofrecen menos ventaja para el aprendizaje futuro o, peor, un conocimiento fragmentado vinculado de modo inadecuado al contexto en el que se aprendió y, por lo tanto, difícil de utilizar como herramienta en nuevos contextos.

Finalmente, los estándares se expresarán como “dado x, y preguntando y, los alumnos pueden z”, para mayor claridad de los diseñadores de currículos y cursos. Los estándares también deben brindar una indicación del tiempo dedicado a cada ítem, como orientación para los docentes.

Para que sea posible conciliar tantos parámetros, el CCR utiliza su Herramienta de Diseño de Currículo, desarrollada internamente, y será un placer compartir la experiencia con los interesados: info@curriculumredesign.org

Este libro se ha compuesto con las tipografías Milo y Milo Serif
y fue terminado en mayo de 2025.

Este libro deja un mensaje claro: estamos ante una bifurcación histórica. La inteligencia artificial puede ser aliada para personalizar aprendizajes, optimizar recursos y liberar tiempo para lo esencial. Pero también puede acentuar desigualdades, reproducir sesgos, amenazar la autonomía docente. La diferencia está en cómo asumimos este momento: con miedo o con sentido; con pasividad o con compromiso.

[...]

No promovemos esta edición por rutina ni por entusiasmo tecnológico. Lo hacemos con conciencia lúcida de lo que está en juego. Porque este tiempo —nuestro tiempo— es un punto de inflexión. Un instante frágil y poderoso. Una oportunidad que, si se pierde, tal vez no regrese. Lo que decidamos hoy sobre cómo educamos, qué priorizamos, a quién damos voz, no solo definirá la relación entre humanos y máquinas: definirá si seguimos mereciendo el nombre de humanidad.

[...]

LUIS ÁNGEL PRENDES ARROYO

*Director General de Fundación Telefónica,
en el Prólogo.*