

EDUCACIÓN E IA, UNA VISIÓN ESTRATÉGICA

EDUCACIÓN E IA, UNA VISIÓN ESTRATÉGICA

Antonio Bahamonde

Catedrático de Inteligencia Artificial

Universidad de Oviedo

Academia Asturiana de Ciencia e Ingeniería

© de esta edición, octubre 2025



LABORATORIO DE IDEAS DE PROGRESO

Ferraz, 66
28008 Madrid
info@lab-avanza.es

EDICIÓN

Dpto. Diseño e Imagen Corporativa CEF PSOE
Sergio Díaz Capa
Francisco Javier Ortega Lucas
Sofía Barbosa Cebada



CONTENIDO

1_ INTRODUCCIÓN	04
2_ ¿QUÉ NO ES ESTE INFORME?	06
3. ¿POR QUÉ UNA VISIÓN ESTRATÉGICA?	08
4 EL RAZONAMIENTO HUMANO Y EL ARTIFICIAL	09
4.1 Los intentos de automatizar el razonamiento	09
4.2 Representatividad de los formalismos automáticos	09
4.3 Razonamiento analógico	11
4.4 Diferencias entre los razonamientos naturales y automáticos	12
5. LA CREATIVIDAD	14
6. LAS PROPUESTAS: RAZONAMIENTO Y COMUNICACIÓN	15
7. RETOS	17
REFERENCIAS	18
ANEXO: SUGERENCIAS DE CONTENIDOS DE MATERIAS ESENCIALES	19
A.1 Matemáticas	19
A.2 Lengua, literatura	20
A.3 Comunicación	20
A.4 Ciencias	21
A.5 Historia	21
A.6 Arte	22

1_ INTRODUCCIÓN

La educación es una inversión continua a largo plazo donde los fenómenos que influyen significativamente en la sociedad deberían tener su impacto. Los contenidos, y los métodos de enseñanza evolucionan constantemente; mientras que el objetivo principal de la educación tiene que ser garantizar que los estudiantes estén equipados para impulsar el progreso y el bienestar social cuando alcancen la edad adulta, en 10 o 20 años. Esto requiere un ejercicio de anticipación: debemos satisfacer las necesidades futuras.

Recientemente, la Inteligencia Artificial (IA) -especialmente los grandes modelos de lenguaje (en inglés llamados Large Language Models y conocidos por la sigla LLM)- ha emergido como una fuerza transformadora que altera nuestras interacciones con los demás y con el trabajo. Si el futuro trae consigo una IA aún más poderosa, la educación debe preparar a los estudiantes actuales para coexistir con ella.

Esta situación, por supuesto, no es novedosa. A lo largo de la historia, hemos experimentado cambios tecnológicos significativos; aunque a un ritmo más lento. No obstante, a menudo, no podíamos predecir estos cambios. Por ejemplo, las habilidades que adquirimos en la infancia -como las complejas operaciones aritméticas, el uso de tablas de logaritmos y los métodos tradicionales de aprendizaje de idiomas- se volvieron obsoletas poco después. Sin embargo, la digitalización (y especialmente la IA) parece estar acelerando la obsolescencia de muchas habilidades que quizás considerábamos esenciales.

Podemos abordar la irrupción de la IA y su impacto en la educación desde una perspectiva estratégica o táctica. En este informe, adoptaremos un enfoque estratégico. Dado el profundo impacto de la IA, vamos a centrarnos en el objetivo final de la educación y alinearlos con un futuro previsible. Si bien un enfoque táctico es crucial, lo deberíamos abordar en una fase posterior. Aunque es evidente que es importante saber cómo utilizar la IA en la práctica hoy, debemos tener claro hacia dónde nos dirigimos.

La pregunta fundamental ahora es qué debemos enseñar y por qué. En las secciones siguientes, proponemos un enfoque para encontrar respuestas a estas preguntas. La clave de nuestras propuestas reside en la distinción entre dos tipos de inteligencia complementarios y con características distintivas: la inteligencia humana o natural y la artificial. Un ensayo reciente de Daniel Innerarity, titulado “una teoría crítica de la IA” (2025), destaca este punto crucial que aquí vamos a usar para ayudar a definir el propósito que debería tener de la educación en la actualidad.

Habrá que enseñar lo que nos hace diferentes. Podríamos reducir el papel de lo que deberíamos aceptar que no son cualidades humanas, sino más bien habilidades instrumentales que va a manejar con soltura de IA. Nadie asume ahora, por ejemplo, que la capacidad humana para la aritmética sea una cualidad esencial nuestra; esto se hizo en otros tiempos, aunque nos parezca increíble ahora. La razón es que hemos construido artefactos que hacen cálculos para nosotros y hemos aceptado delegar en ellos esas labores que ahora consideramos tediosas. ¿Qué otras tareas vamos a poner en un futuro próximo en la misma categoría que la aritmética?

No se trata de prescindir de saber hacer todo lo que hacen las máquinas. Pero quizás podemos dedicar más esfuerzo a perfeccionar lo que nada hace (o hará) por nosotros en un futuro próximo.

En esta línea podríamos entrar en un juego imposible de predecir qué habilidades concretas nos deparan las próximas versiones de las aplicaciones inteligentes. No lo haremos. Por el contrario, la propuesta que este informe es descender a la esencia de la inteligencia humana y que (muy probablemente) no será alcanzada por la inteligencia artificial. Son facultades como el razonamiento por analogía, el uso de la intuición, el llamado sentido común o la creatividad (Innerarity, 2025). Veremos qué otras cosas seguirán siendo inequívocamente humanas, por qué no serán presumiblemente simuladas por la IA y, sobre todo, cómo podemos hacer para que se desarrollen en la educación.

2_ ¿QUÉ NO ES ESTE INFORME?

Este informe no sigue un planteamiento táctico ni se centra en acciones a corto plazo. En cambio, se basa en la premisa de que el objetivo de la educación necesita ser modificado, y el informe se centrará en este punto de vista.

Sin embargo, cabe destacar que se están desplegando numerosas propuestas de carácter táctico para incorporar la IA en la educación. Estas propuestas son interesantes por varias razones. En primer lugar, proporcionan pautas para realizar un trabajo eficaz a corto plazo, como se puede ver en los informes de la UNESCO (Holmes, W., Miao, F. 2023), la OECD (2025) y (Giannakos, 2024). En segundo lugar, a medio plazo, estas propuestas contribuirán a consolidar el conocimiento sobre el impacto de la incorporación de la IA tanto en el trabajo de docentes como de alumnos. En tercer lugar, y no menos importante, se señalan los riesgos y barreras para avanzar en este campo.

Dada su relevancia, vamos a reseñar algunos puntos destacados por su impacto en la práctica docente o por su repercusión mediática.

Desde una perspectiva abstracta, estas propuestas (en algunos casos meras opiniones) pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- 1.- Asistentes de IA para docentes y alumnos
- 2.- Metodologías y dificultades de evaluación
- 3.- Riesgos

Los asistentes pueden ayudar a los docentes a crear contenido como presentaciones o bancos de pruebas, mientras que pueden ayudar a los alumnos con tutoriales socráticos, explicaciones detalladas y asistencia con idiomas. También hay una gran cantidad de recopilaciones estadísticas que analizan el uso de la IA en contextos específicos, como lugares o tipos de enseñanza.

Sobre evaluaciones se pueden ver dos enfoques. Uno, las metodologías que utilizan la IA para evaluar el progreso de los alumnos y proporcionar comentarios. Por otra parte, fundamentalmente desde el punto de vista de los docentes, existe una gran preocupación sobre cómo distinguir si algunas tareas que se piden a los alumnos están hechas realmente por ellos. Sobre este aspecto hay un enorme caudal de escritos y opiniones.

Los docentes son conscientes de que sus alumnos utilizan herramientas de IA para completar tareas tradicionales. Esto plantea la urgente necesidad de desarrollar métodos para evaluar a los estudiantes de todos los niveles. Si la IA puede realizar las tareas asignadas, quizás las calificaciones deberían otorgarse a las aplicaciones inteligentes, lo que haría que las tareas fueran ineficaces para el aprendizaje de los estudiantes. Una solución sencilla sería dedicar más tiempo a discutir los trabajos con los autores y debatir sus argumentos o metodología. Esto requiere un mayor esfuerzo por parte de los evaluadores. Otra sugerencia inmediata es modificar las tareas tradicionales, al menos en algunos casos.

En un tercer grupo encontramos numerosas referencias que enfatizan la importancia de abordar los riesgos asociados con el uso de la IA. Éstos incluirían el sesgo (de algún tipo derivado de una mala construcción de las herramientas de IA) y la protección de datos. Sin embargo, estas referencias a menudo carecen de ideas concretas sobre cómo mitigar estos riesgos. Esto es particularmente cierto en artículos, principalmente en prensa o redes sociales, que presentan una visión apocalíptica del futuro de la IA, incluida su posible impacto en la educación.

En algunos casos, existen opiniones radicales que abogan por la prohibición total del uso de la IA. Sin embargo, es imposible evitar que los estudiantes utilicen las herramientas de IA generativa, como los LLMs. En el pasado, se introdujeron y se quedaron las calculadoras, las enciclopedias en papel y luego digitales, y por supuesto los buscadores (Google fue el paradigma, desde luego). Los nuevos buscadores de información en internet son cada vez más los LLMs, que además de resumir lo encontrado permiten conversar y modelar la información.

Quienes señalan barreras para el uso de estas herramientas, como la dificultad de garantizar la conectividad (Department for Education, UK, 2025), tienen más solvencia. Los planteamientos teóricos suelen pasar por alto este aspecto crucial. Durante la pandemia del COVID-19, el rendimiento escolar de la enseñanza online (independientemente de su modo de impartición) dependió del distrito postal (Suh, Horvitz et al. 2022), (Van Deursen, 2020).

3_ ¿POR QUÉ UNA VISIÓN ESTRATÉGICA?

No es la primera vez que se adopta este punto de vista. En el importante documento de la OECD (2025) (What should teachers teach and students learn in a future of powerful AI?) se señala que los planteamientos a corto plazo

“pasan por alto algunas implicaciones sociales significativas del potencial transformador de la IA y sus efectos posteriores en Educación. En particular, el hecho de que si la IA y los robots remodelaran significativamente la forma en que los humanos llevan a cabo las tareas de trabajo y vida, [implica que] el conocimiento, las habilidades y las actitudes promovidas a través de la educación podrían necesitar cambiar.”

Y se reconoce que

“es necesario equilibrar las respuestas educativas urgentes relacionadas con la IA con discusiones profundas y estratégicas sobre las implicaciones más amplias de la IA. La planificación a largo plazo debe ir más allá de la integración de la tecnología actual en la instrucción y la evaluación y considerar el impacto de la IA en el conocimiento y las habilidades que el estudiante debe aprender a través de la escolarización.”

Varios documentos más como este de la OECD (entre otros (Fadel, Black et al., 2025)) plantean muchas de las preguntas correctas; pero, a mi juicio, las respuestas no son operativas. No resultan de gran ayuda las prolijas disquisiciones académicas de filosofía docente. Este informe pretende dar un paso más.

Como se anunció, la clave del planteamiento de este documento es incentivar algunas habilidades en la educación de las personas que serán adultas dentro de 10 o 15 años. Aquí se incluye, por una parte, lo que se prevé en un sentido profundo que no va a hacer la IA. Sin olvidar, por supuesto, lo que ha conseguido que los humanos llegásemos hasta aquí.

Los asuntos que desarrollaremos en las siguientes secciones, a grandes rasgos, se centran en el razonamiento y la creatividad.

4_ EL RAZONAMIENTO HUMANO Y EL ARTIFICIAL

El proceso de razonamiento de la inteligencia artificial (IA) no es antropomórfico; se basa en simplificaciones específicas que han permitido cierto nivel de automatización. En contraste, el razonamiento humano es analógico, intuitivo y heurístico, reflejando la complejidad y la naturaleza de la cognición humana. En las siguientes secciones, exploraremos brevemente las diferencias fundamentales entre el razonamiento humano y el artificial.

4.1 Los intentos de automatizar el razonamiento

Entre los hitos registrados de la humanidad, el primer intento de automatizar el pensamiento se remonta al siglo IV a.C.. Aristóteles sistematizó la lógica a través de los silogismos en sus Analíticos, parte de su obra Órganon. La Escolástica, una corriente medieval que buscaba defender y explicar los dogmas católicos, enfatizó este formalismo, que de alguna manera llegó hasta el siglo XX.

Durante la Edad Media, el sabio mallorquín Ramon Llull (1232–1316) creó la Ars Magna, también conocida como la “máquina luliana”. Este dispositivo consistía en ruedas concéntricas giratorias con letras o conceptos que, al ser giradas, generaban combinaciones de ideas. Estas combinaciones se utilizaban para argumentar o demostrar verdades religiosas o filosóficas, representando un mecanismo mecánico para la combinación sistemática del conocimiento. En un sentido amplio, la máquina de Llull puede considerarse un intento temprano de automatizar el pensamiento; ya que anticipaba la idea de modelar el pensamiento mediante reglas y combinaciones simbólicas, un concepto central en la IA simbólica posterior.

En el siglo XVII, Gottfried Leibniz propuso la idea de un lenguaje universal que permitiría resolver disputas mediante cálculos, como expresó en su Ars Combinatoria (Leibniz, 1666). Aunque su visión no se materializó en su tiempo, sentó unas bases para la lógica formal y la computación.

Avanzando al siglo XIX, George Boole desarrolló el álgebra que lleva su nombre en 1854. Fue un avance significativo en la formalización del pensamiento lógico y es la base del diseño de circuitos digitales. Pero no se puede considerar, como sugiere el título de su obra, el núcleo central de las leyes del pensamiento (Boole, 1854).

En el siglo XX, se desarrolló el lenguaje de programación Prolog, que intentó implementar la lógica en sistemas informáticos (Robinson, 1965; Colmerauer et al., 1973; Kowalski, 1974; Roussel, 1975). Aunque Prolog no alcanzó el éxito esperado en su aplicación práctica y ya no se utiliza desde hace tiempo, representó un hito en el campo de la IA.

4.2 Representatividad de los formalismos automáticos

Es importante recordar cómo funcionan internamente los formalismos mencionados anteriormente. No describiremos en detalle los silogismos, el álgebra de Boole o

Prolog, pero nos centraremos en cómo cada uno representa el mundo, al menos a un nivel que nos permita diferenciar entre la inteligencia humana y la artificial.

Los silogismos relacionan predicados; por ejemplo:

“los humanos son mortales; Sócrates es humano; luego Sócrates es mortal”.

Es decir, establecen relaciones generales que pueden cuantificarse para asegurar (implícitamente) que todos los humanos cumplen algo aplicable a un humano específico (Sócrates). Técnicamente, esta lógica que puede representar y manejar entidades individuales generales se conoce como lógica de orden 1.

Manejar este tipo de lógica es complicado, de hecho los silogismos no tuvieron éxito al no ser un sistema completo (no todo lo deducible se puede obtener con silogismos).

Si se eliminan las representaciones generales, las cosas se simplifican, pero pierden su carácter evocativo. El silogismo anterior quedaría así:

“si a entonces b; a; luego b”.

Aquí, “a” puede ser cualquier cosa concreta, pero no permite expresiones cuantificables. No podemos afirmar nada general para todos los humanos; tendríamos que hacerlo individualmente. Este es el contexto donde se mueve álgebra de Boole. Frente a los silogismos, con este formalismo se pueden calcular todas las deducciones posibles, aunque a un costo prohibitivo. Este tipo de lógica sin expresiones genéricas se conoce como lógica de orden 0.

En realidad, ninguno de estos formalismos nos sirve. No nos permiten representar la complejidad de la realidad; aunque durante siglos han resultado de cierta utilidad.

El Prolog (mediados del siglo XX) fue un mecanismo computable que permitía manejar variables con cierta libertad. Incluso desde un punto de vista teórico, era un sistema completo. Sin embargo, su implementación computacional fallaba en la completitud, lo cual era inevitable.

Y, esencialmente no tenemos más. Hay que recordar que no contamos con lógicas operativas (automatizables) que permitan generalizar no solo a los individuos, sino también a las relaciones entre ellos. Estas serían lógicas de segundo orden.

Todos estos formalismos se centran en un tipo de razonamiento: el deductivo. Es decir, un mecanismo para aplicar reglas generales a casos concretos. Sin embargo, quedan dos aspectos centrales sin resolver. El primero, como hemos insistido, es el carácter completo, tanto de capacidad de representación como de poder deductivo. El segundo aspecto no resuelto: ¿cómo podemos obtener las reglas que constituyan un modelo útil del contexto que queremos manejar? Incluso podríamos cuestionar si una representación útil de la realidad puede hacerse utilizando solo reglas, pero esa es otra cuestión que no abordaremos aquí.

Al buscar cómo construir las reglas, nos encontramos con el segundo tipo de razonamiento: el inductivo, que complementa al deductivo. La inducción intenta generalizar casos concretos para obtener reglas generales. El gran avance de los últimos años en IA se debe a los progresos realizados en este ámbito con las técnicas llamadas aprendizaje automático (machine learning) y, en especial, el aprendizaje profundo (deep learning) (LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. 2015).

Parten de una gran cantidad de datos; es decir, de registros de una realidad que hemos anotado, incluyendo lo que podrían ser causas y consecuencias. Es cierto que a veces la causalidad se confunde con la ocurrencia conjunta, pero en la práctica, no siempre nos interesa distinguirlo aunque sea tan relevante desde el punto de vista filosófico.

Los datos pueden ser de diversos tipos y no siempre necesitan ser estructurados. No requieren anotaciones que encajen perfectamente en cuadrículas idénticas. Esto permite una gran capacidad de representación de la realidad. Nos referimos a listas extensas de palabras, o de mediciones, incluyendo aquí sonidos o imágenes.

Para procesar estos datos, contamos con algoritmos como el ya mencionado deep learning, que pueden identificar relaciones complejas. Formalmente, estos algoritmos generan combinaciones de reglas y predicciones probabilísticas. Este resultado es lo que tenemos actualmente y nos permite desarrollar aplicaciones como los LLM, traductores, y procesadores de sonidos, imágenes o videos (para detectar o crear elementos de interés).

Quedaría por hablar del llamado aprendizaje por refuerzo. En la clasificación apresurada del razonamiento que usamos, podríamos verlo como una variante del deductivo. No vamos a incidir más en esto aquí; aunque haya tenido y esté teniendo una gran importancia. En concreto en el desarrollo de aplicaciones de robótica o en los LLM.

Todavía hay un tercer modo de razonamiento del que tratamos a continuación.

4.3 Razonamiento analógico

Este modo de razonamiento utiliza intensamente la analogía para resolver problemas. Se busca conocimiento que tenga algún parecido y se aplica a la situación actual. Aunque la semejanza pueda ser distante, hay algo análogo que permite transferir conocimiento entre lo conocido y lo que se desea resolver.

Formalmente, el razonamiento analógico puede considerarse parte de la lógica de orden 2, donde las relaciones son entidades genéricas entre las cuales se establece una métrica, la analogía. De otra manera, implica operar con estructuras profundas del conocimiento para transferirlo de un dominio a otro de forma no explícitamente codificada.

En el campo de la IA, solo hay tímidos intentos de formalización. Se han trabajado aspectos relacionados, como el razonamiento con datos imprecisos. El parecido entre

entidades se mide numéricamente porque la imprecisión no permite afirmar encajes perfectos.

Los ejemplos más conocidos en esta línea son el razonamiento basado en casos y la lógica borrosa (fuzzy). Ninguna de estas aproximaciones ha permitido escalar para construir un verdadero sistema automático de razonamiento por analogía. No es este el lugar para justificar esta afirmación; pero basta observar el limitado uso que se hace de estos métodos en la actualidad.

4.4 Diferencias entre los razonamientos naturales y automáticos

Una de las cualidades que nos diferencia a los humanos de los sistemas automáticos es nuestro modo de razonamiento. A veces, para reforzar nuestras opiniones sobre cómo proceder, recurrimos a refranes, citas literarias o metáforas. Estas fuentes de autoridad, acuñadas por un conocimiento profundo y probadas en el tiempo, sirven como guías en dominios a menudo distantes. Si bien carecemos de estadísticas precisas sobre su éxito, este detalle no nos preocupa demasiado. En realidad, no pretendemos seguir las recetas exactas; en cambio, buscamos inspiración en ellas.

Para ser más precisos, los adjetivos fundamentales que atribuimos al razonamiento humano son los siguientes: flexible, intuitivo, analógico y (utiliza el conocimiento previo que llamamos) de sentido común (Innerarity, 2025).

Efectivamente, usamos representaciones de relaciones abstractas que aplicamos a contextos distantes (analogía); pero somos capaces de manejar matices y excepciones (flexibilidad). Nuestra intuición está basada en conocimiento previo (sentido común) y en una capacidad de generalización muy rápida, con muy pocas evidencias. Todo este conjunto de destrezas hace que en algunas (o muchas) ocasiones cometamos errores, y la tolerancia a este tipo de fallos es también un elemento esencial en nuestra manera de razonar.

Hay un elemento que resulta fundamental en el razonamiento, en realidad tanto en el humano como en el de la IA: el lenguaje. Suele decirse que es el vehículo del pensamiento (expresión atribuida al filósofo austriaco Wittgenstein). Seguramente somos capaces de pensar solo aquello que sabemos comunicar. En el campo artificial, el éxito de los LLM es precisamente su dominio del lenguaje lo que les da a nuestros ojos una apariencia de inteligencia porque hacemos una transferencia con otros seres humanos. Las personas que hablan como los LLM nos parecen inteligentes.

En todos estos aspectos debemos incidir en la educación, en lo que se refiere al razonamiento.

Y hay que tener en cuenta que en miles de años no hemos sido capaces de encontrar formalismos capaces de automatizar todo tipo de razonamiento.

Es verdad que lo estuvimos intentando con la vocación de imitar como creíamos que lo hacemos los humanos. Aunque desde luego los avances fundamentales se han obtenido cuando prescindimos de la inspiración humana. El deep learning y los logros que ha alcanzado no se pueden considerar que usen los mecanismos humanos del

pensamiento. De hecho, con frecuencia, al hablar de razonamiento de la IA, usamos términos como cajas negras. Y nos preocupa mucho que no seamos capaces de entender las argumentaciones, hasta el punto de montar teorías de oposición a las conclusiones de la IA. Es cierto que no sucede así en todos los casos. Por ejemplo, las traducciones automáticas las solemos aceptar sin intentar comprender los muy intrincados cálculos que llevan dentro.

Pero sin entrar en esta discusión, las carencias en la automatización señaladas nos permiten (con cierta garantía, nunca total, claro está) suponer que en los próximos años, la IA no será capaz de usar los modos de razonar señalados de los humanos. Aunque, seguramente, progresará en todos los demás.

5_ LA CREATIVIDAD

No podemos dejar de hablar de la creatividad. La de los humanos, no la basada en el mero azar (que es la que usa la IA). Si queremos que la siguiente generación sea creativa, deberíamos esforzarnos en desarrollar esta cualidad esencial en la educación.

Una opción consiste en usar la imitación como un motor de aprendizaje, el objetivo es que adquieran habilidades y comportamientos al observar a otros. Esta estrategia se fundamenta en el aprendizaje social, implicando modelos (adultos, compañeros) y aprendices (niños) que reproducen lo que observan. La imitación ha sido la herramienta con la que aprendimos el lenguaje, los hábitos y el desarrollo emocional e intelectual. Las neuronas espejo desempeñan un papel biológico clave en este proceso.

Entonces, podríamos durante la educación, enseñar a distinguir y apreciar lo que otras personas han hecho antes y que son consideradas por todos como personas creativas, los que llamamos artistas. La creación y la estética serían los focos.

Podríamos optar por enseñar algo de la historia de las artes. El foco sería abordar preguntas como estas: ¿En qué consistieron los estilos de pintura, escultura, arquitectura, música? ¿Qué hizo que cambiaran? ¿Cómo lo pudieron pensar sus creadores? ¿Qué hace que una creación nos resulte agradable o sugerente?

La creatividad, efectivamente, va más allá del campo artístico. Deberíamos usar la enseñanza de todas las materias para destacar también lo novedoso de los grandes pasos de la humanidad en áreas científicas.

6_ LAS PROPUESTAS: RAZONAMIENTO Y COMUNICACIÓN

Para ir cerrando este informe vamos a recoger, de la manera más concreta posible, las propuestas que se fueron apuntando en las secciones anteriores.

Lo esencial quizás sea que la situación de incertidumbre que provoca la IA puede convertirse en una oportunidad para releer y meditar sobre lo que hoy enseñamos. ¿Qué sobra? ¿Qué falta? ¿Qué nos da el sentido común? ¿Qué debemos saber de Química o de Física o de Ciencias? ¿Qué nos enseña la Historia o la Geografía más allá de Wikipedia o el GPS?

La lectura que aquí se propone consiste en poner el énfasis de la educación en cómo razonamos los humanos en distintos contextos (sociales, históricos, artísticos, emocionales) y en la resolución de problemas.

No se trata aquí de hacer un plan de estudios detallado de todo lo que conviene enseñar y cómo hacerlo. Pero merece la pena pararse en dos campos que son esenciales: Matemáticas y Humanidades. En realidad, dos ramas de la comunicación.

Una parte importante de las matemáticas se basa en las aproximaciones lineales. Los fenómenos complejos con formulaciones intrincadas se estudian (localmente) utilizando aproximaciones lineales manejables y útiles. Esto es lo que hacen las derivadas, que a menudo confunden a los estudiantes sin una explicación clara de su propósito. Una propuesta sensata podría consistir en centrarse en lo lineal. La forma más básica y poderosa de esto es la regla de tres. Es la relación lineal más elemental que, por analogía, podemos y debemos enseñar para extenderla a las matemáticas humanas más avanzadas: las que deberíamos incluir en la educación. El aprendizaje automático de relaciones lineales y los temidos polinomios son casos particulares de esta perspectiva lineal.

Dentro de las humanidades es fundamental el lenguaje. El número de palabras (y estructuras gramaticales) que conoce una persona (y aquí también incluimos los idiomas, por supuesto) es básico para su desarrollo intelectual. Por ejemplo, si no sabemos usar subjuntivos, quizás no podremos formular relaciones con alguna condición.

Es claro que hablar, leer y escribir deben estar en la educación. Pero merece la pena decir que los lenguajes que se deben manejar deben incluir (además de los humanos), alguno de programación. Para entender cómo funcionan los ordenadores, aunque cambien tan a menudo estos lenguajes. Las matemáticas son quizás, sobre todo, un lenguaje; lo que nos da otra perspectiva de esta materia.

Cuadro resumen:

Matemáticas	Razonamiento analogía Modelos lineales (regla de 3, regresión lineal, polinomios, derivadas ...) Resolución de problemas Mezcla con informática
Lengua, literatura	Vocabulario Frases complejas (subjuntivos) Comprensión lectora
Comunicación	Presentaciones (argumentaciones, debates) Idiomas Informática (comunicación con ordenadores) Conversaciones con LLM (Prompt engineering)
Ciencias	Sentido común Química, Física, Biología, Geología
Historia	Razonamiento social
Arte	Creatividad Razonamiento sobre las situaciones que provocan los movimientos estéticos

Además, es evidente que hay que desarrollar destrezas prácticas. La manera de hacerlo es acompañar las enseñanzas usando las herramientas disponibles, aun sabiendo que quedarán obsoletas en breve.

En un anexo se extienden los contenidos propuestos como una ilustración de las ideas de este informe.

7_ RETOS

Si queremos potenciar lo que nos distingue de las máquinas, los caminos que se apuntan en este informe son prometedores y desafiantes. Pero requieren un esfuerzo significativo, -entre otras cosas, para adaptar a los docentes- y pueden ser costosos. También debemos evitar que el progreso sea lento.

Por ejemplo, para implementar formas de evaluación que supongan argumentar y debatir, se necesitarán profesores capaces de hacerlo. Y esto supondrá que se trate de personas que puedan resultar modelos en el razonamiento humano que resulten atractivos al alumnado. Efectivamente, esto no es sencillo. Pero tampoco es barato. Seguramente se necesitaría un tipo de profesorado con mayor prestigio social y mejores sueldos.

¿Seremos capaces de invertir en este tipo de docentes? ¿Seremos capaces de incentivar a una parte de nuestros mejores talentos para que se dediquen a este oficio? ¿Podremos hacer todo esto con la rapidez que los tiempos nos están demandando?

En lo que se refiere a los alumnos también tenemos algunos retos importantes. Todo lo que nos hace más humanamente inteligentes también puede crear una brecha social significativa. ¿Cuántas personas creativas con capacidades de razonamiento analógico necesitamos en nuestra sociedad? ¿Cómo conseguimos que todo el mundo quepa en el futuro? ¿Cómo educar a ciudadanos felices y capaces de entender el mundo?

Aparentemente, en las propuestas de este informe no se insiste en que haga falta disponer de grandes infraestructuras tecnológicas. Pero no es exactamente así. Se necesitará garantizar la conectividad y las condiciones materiales para aprender en el espacio físico adecuado.

Los avances que están por venir podrán producir una brecha social y económica. Para evitarla, se necesita un debate profundo sobre la educación.

REFERENCIAS

Boole, George (1854). *An Investigation of the Laws of Thought, on Which are Founded the Mathematical Theories of Logic and Probabilities*. London: Walton and Maberly.

Charles Fadel, Alexis Black, Robbie Taylor, Janet Slesinski, Katie Dunn. *Educación para la era de la inteligencia artificial*. Santillana, 2025.

Colmerauer, A., Kanoui, H., Pasero, R., & Roussel, P. (1973). *Un système de communication homme-machine en français*. Groupe d'Intelligence Artificielle, Université d'Aix-Marseille II.

Department for Education. 2025. "Generative Artificial Intelligence (AI) in Education." <https://www.gov.uk/government/publications/generative-artificial-intelligence-in-education/generative-artificial-intelligence-ai-in-education>.

Giannakos, M.; Azevedo, R.; Brusilovsky, P.; Cukurova, M.; Dimitriadis, Y.; Hernandez-Leo, D.; Manolis Mavrikis, S.J.; Rienties, B. (2024). The promise and challenges of generative AI in education. *Behaviour & Information Technology*, 44(11), 2518–2544. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2394886>

Holmes, W., Miao, F. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO Publishing.

Innerarity, Daniel. *Una teoría crítica de la inteligencia artificial*. Galaxia Gutenberg, 2025.

Kowalski, R. (1974). *Predicate Logic as a Programming Language*. Proceedings IFIP Congress 74.

LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *nature*, 521(7553), 436-444.

Leibniz, G. W. (1666). *Dissertatio de arte combinatoria*. Hannover: Typis Joh. Frid. Körner.

OECD (2025), "What should teachers teach and students learn in a future of powerful AI?", OECD Education Spotlights, No. 20, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ca56c7d6-en>.

Robinson, J. A. (1965). A Machine-Oriented Logic Based on the Resolution Principle. *Journal of the ACM*, 12(1), 23–41.

Roussel, P. (1975). *PROLOG: Manuel de référence et d'utilisation*. Groupe d'Intelligence Artificielle, Université d'Aix-Marseille II. → primer manual formal del lenguaje.

Suh, J., Horvitz, E., White, R.W. et al. Disparate impacts on online information access during the Covid-19 pandemic. *Nat Commun* 13, 7094 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-34592-z>

ANEXO: SUGERENCIAS DE CONTENIDOS DE MATERIAS ESENCIALES

En este anexo, recojo una lista de contenidos de las materias esenciales de las que se habla en el informe. Esta lista debe entenderse como una ilustración de sus conclusiones. Los contenidos que aquí se hacen más explícitos, por supuesto, deberían ser contrastados con las opiniones de los especialistas en cada una de las materias.

En el renacimiento carolingio, el sistema educativo era muy sencillo y provenía de la antigua Grecia. Las llamadas artes (disciplinas académicas, oficios o profesiones) liberales (que liberaban del trabajo físico) se dividían en dos bloques muy reglamentados: trivium (gramática, retórica y dialéctica) y quadrivium (aritmética, geometría, astronomía y música). Las llamadas artes prácticas (como la medicina y la arquitectura) tenían un tratamiento muy distinto.

Esta división clásica habla del conocimiento que se tenía del mundo y cómo se veían políticamente las habilidades que convendría estudiar.

A medida que el mundo avanza en complejidad, la sencillez de la organización clásica salta por los aires. En estos momentos existe un consenso sobre los nombres de las materias, pero no así en su contenido ni, sobre todo, en el énfasis que se le debe dar a cada aspecto. Como se ha explicado en este informe, el énfasis debería estar en el razonamiento y la creatividad. A continuación veremos una sugerencia de los contenidos en las materias esenciales.

A.1 Matemáticas

El razonamiento es quizás en las matemáticas la parte más evidente de su contenido. En el que convendría insistir es en el analógico.

Quizás el punto de vista más aceptado en estos momentos sea una enseñanza de las matemáticas como una herramienta de resolución de problemas. El énfasis entonces debería estar en la explicación de los procesos mentales que conducen o no a las soluciones. Una vez más, el aprendizaje por imitación podría ser el adecuado. Es importante incluir los razonamientos que no funcionan: llevarlos a las últimas consecuencias y ver los motivos por los que no son útiles. Explorar los caminos del razonamiento nos da una perspectiva que nos abre posibilidades para otras ocasiones.

Llegando a los contenidos concretos, lo que se propone en el informe es utilizar los modelos lineales explícitamente como eje central. De hecho, una gran parte de las matemáticas pueden verse directamente de este manera. Además, el utilizar esta vía nos permite avanzar en la materia siguiendo un planteamiento analógico; lo que, en multitud de casos, se corresponde con lo que históricamente se utilizó para avanzar en su conocimiento.

Una propuesta sería esta:

- Regla de tres. Primer modelo de resolución de problemas que resulta muy general y que es la base del planteamiento lineal. Desde aquí se puede continuar con las representaciones gráficas en varias dimensiones.
- La geometría lineal que incluye las ecuaciones (su necesidad y su utilidad) y las posibilidades visuales. La conexión entre geometría y ecuaciones numéricas es esencial y permite afrontar las matemáticas de manera intuitiva. También es, por supuesto, una poderosísima herramienta de generalización analógica para la resolución de problemas.
- Derivadas como aproximaciones lineales. También como entrada al campo de lo infinitesimal con la topología de los números reales que abren un mundo de continuidades.
- Teoría elemental de la medida. Integrales, probabilidades.
- Regresión lineal. Llegado el momento, es útil y resulta natural buscar el modelo lineal que mejor se ajusta a un conjunto de datos. Las variantes polinómicas serían casos particulares y darían una perspectiva aparentemente no lineal aproximada desde lo lineal.
- Regresión logística como extensión de lo anterior y como algoritmo de aprendizaje de clasificación.
- Mezcla con informática. No debería avanzarse la solución de problemas en las manipulaciones que caben en unas fórmulas. La informática permite concluir la solución de problemas. Esta simbiosis es fundamental tanto para las matemáticas como para la informática.

A.2 Lengua, literatura

La clave aquí sería aprender vocabulario y la construcción de frases complejas. La manera de llegar a este objetivo debería obviar los planteamientos clásicos de enseñanza de una gramática excesivamente teórica. Podría usarse entonces el objetivo de la comprensión lectora. Es decir, realizar lecturas guiadas y comentadas de textos no excesivamente clásicos, incluyendo periódicos y revistas.

La metodología debería consistir en la discusión pública y crítica de lo leído, incidiendo no solo en los contenidos de los textos sino también en la estructura gramatical y el vocabulario empleado.

A.3 Comunicación

Se puede considerar como una materia transversal. Pero con algunas peculiaridades básicas.

El alumnado debe hacer presentaciones orales (y previamente escritas) de muy diversos contenidos. La presentación y el debate de los argumentos expuestos sería el objetivo de esta materia y lo evaluable (en la práctica) de las tareas de trabajo personal que se programen.

La comunicación necesita un idioma. Además de los propios, los idiomas extranjeros son obligatorios. En todos los casos se debe buscar métodos de enseñanza que huyan de los que incluyan sesudos tratados gramaticales. Una vez más, la imitación sería una buena solución. En este caso, habría que hacer un uso extensivo de los métodos familiares: escuchar, hablar, leer y escribir.

El diálogo debe incluir el que se tiene con los ordenadores. Por tanto, habría que enseñar algún lenguaje de programación.

También las conversaciones con los LLM. Lo que se conoce como prompt engineering. Es decir, la redacción de los textos en los que se describe el trabajo que queremos que haga para nosotros un modelo de lenguaje de IA generativa.

A.4 Ciencias

El este apartado, lo fundamental es contribuir al conocimiento del mundo que rodea al alumno desde una perspectiva científica. Este conjunto de materias introduciría al alumnado a un entorno objetivo y sistemático, además de fundamentar gran parte del llamado sentido común que debería extenderse en la forma de razonar y observar el entorno.

Las materias esenciales aquí no pueden ser otras que las tradicionales: Química, Física, Biología y Geología.

En su enseñanza, se debe evitar el enfoque memorístico y los elementos excesivamente instrumentales. Un ejemplo de esto sería la enseñanza de la formulación en Química.

Un objetivo razonable de este grupo sería que el alumnado sea capaz de comprender lo esencial de los problemas globales que le afectan y le van a afectar, como el cambio climático, las energías o la contaminación.

A.5 Historia

En esta rama, el enfoque estaría en el razonamiento social; en otras palabras, la explicación de las razones por las que la humanidad ha evolucionado y se han producido los cambios sociales.

Algunos elementos esenciales podrían incluir:

- El paso del Paleolítico al Neolítico.
- Las guerras europeas medievales.
- Movimientos migratorios (inicialmente en la península ibérica, pero sería valioso extenderlo más allá).
- ¿Qué repercusiones tuvo la colonización de América?
- La Revolución Francesa.
- Las guerras de descolonización (África, América).
- Las Guerras Mundiales.

A.6 Arte

Aquí, el objetivo es, en primer lugar, fundamentar la historia de la creatividad en el campo artístico como incentivo para todos los aspectos de la actividad humana. En segundo lugar, pero igualmente importante, sería la apreciación de la estética; tanto como motor de los cambios como resultado de las construcciones artísticas.

Los razonamientos a destacar serían los que condujeron a los estilos artísticos y sus cambios. Deberían incidir en motivaciones sociales y, al mismo tiempo, en la introspección de los creadores.

El contenido, evidentemente, no puede limitarse a una disquisición filosófica, sino que debería abordar algo de cada una de las artes clásicas: música, pintura, escultura, arquitectura, danza, literatura o poesía, y cine (junto con la fotografía). Y junto a ello, las nuevas formas expresivas visuales y audiovisuales y en general todas las producciones relacionadas con las industrias creativas.

En definitiva, una enseñanza de la Historia del Arte, que relacione causas y efectos tanto formales como de contenido. Evitando la mera memorización de datos (que no tendría sentido) y la repetición epidérmica de lugares comunes.



AVANZA

LABORATORIO DE IDEAS DE PROGRESO

FUNDACIÓN

PABLO IGLESIAS